

DT 27/Julio de 2001

El sector de software y servicios informáticos (SSI) en la Argentina: Situación actual y perspectivas de desarrollo

Daniel Chudnovsky, Andrés López y Silvana Melitsko

INTRODUCCIÓN¹

El presente trabajo tiene por objetivo analizar la situación, dinámica y perspectivas del sector proveedor de software y servicios informáticos (SSI) en la Argentina, buscando identificar tanto las oportunidades como los limitantes y desafíos que existen para su desarrollo futuro.

Dicho análisis comprende tanto elementos “microeconómicos” como institucionales y del entorno “macroeconómico”. En el primer caso, la principal fuente de información provino de una encuesta realizada a las firmas del sector, en cuya distribución colaboró activamente la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI). En cuanto a la segunda área, además de indagar acerca de la percepción de las propias firmas al respecto, se utilizaron indicadores e informaciones provenientes de distintas fuentes, incluyendo consultas a diversos expertos e informantes calificados, los cuales asimismo aportaron datos, opiniones e interpretaciones también útiles para analizar la dinámica microeconómica del sector de SSI.

La elección del sector de SSI como objeto de estudio se basó en el hecho de que el mismo juega un papel crecientemente importante en la dinámica de las economías modernas, ya que su expansión está estrechamente asociada a la masiva introducción de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, las cuales están redefiniendo aceleradamente las formas de producir, vender y competir en prácticamente todos los sectores productores de bienes y servicios. Se trata, en consecuencia, de un sector estratégico en el actual contexto internacional y cuyo desarrollo es impulsado por diversas vías en los países industrializados así como en varias naciones de industrialización reciente.

Para la Argentina, la expansión del sector de SSI es fundamental para aumentar la producción y la exportación de bienes y servicios de alto valor agregado, siguiendo el ejemplo de países como Irlanda, India, Israel, etc., que lograron, pese a comenzar desde una posición rezagada, incursionar con éxito en los mercados internacionales. La Argentina cuenta, además, con una cantidad importante de recursos humanos calificados, que son el activo principal para el desarrollo de este sector intensivo en conocimientos. A su vez, existe en el país un numeroso grupo de firmas que cubren distintos mercados y especializaciones y que están activas en el mercado local desde tiempo atrás.

Los resultados del estudio muestran que, existiendo un significativo potencial para el desarrollo de este sector en la Argentina, hacen falta transformaciones importantes, tanto a nivel del sector empresario como en el contexto institucional y de políticas públicas, para que la actividad de SSI ingrese en una trayectoria dinámica de especialización sustentable a largo plazo de modo tal que sus contribuciones potenciales al desarrollo de la economía argentina se materialicen de forma más concreta que hasta el presente.

¹. Los autores agradecen los comentarios recibidos en ocasión de las presentaciones de la versión preliminar del presente trabajo, realizadas en el Instituto de Desarrollo Económico y Social (IDES) y en la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI).

Si bien se han realizado algunos estudios previos sobre esta actividad en la Argentina en los años recientes, éste es el primero que se basa en una encuesta dirigida al conjunto del sector de SSI y, consiguientemente, resulta ser el que ha logrado una mayor cobertura en términos de los agentes empresarios analizados. Asimismo, la encuesta ha tratado una serie de temas que hasta ahora no habían sido evaluados en los trabajos anteriormente disponibles. Por lo tanto, el presente informe resulta el primero que presenta un panorama amplio respecto de las características y perspectivas del sector de SSI en la Argentina.

En el primer capítulo se discute acerca de la dinámica tecnológica y competitiva dentro del sector de SSI a nivel internacional, analizando las características específicas que prevalecen en sus diferentes segmentos. Asimismo, se presentan los principales datos respecto del mercado mundial de SSI y se hace un análisis de las experiencias de los países que han hecho un ingreso “tardío” al sector (con especial énfasis en los casos de India, Irlanda, Israel y Brasil).

El segundo capítulo analiza la oferta local de SSI, principalmente en base a los datos de la encuesta antes mencionada. Se analizan temas tales como niveles de facturación y de empleo de las firmas del sector, presencia de empresas extranjeras, áreas de negocios, perfil de usuarios, empleo de recursos humanos, difusión de sistemas de calidad, uso de herramientas de programación y desarrollo de actividades innovativas.

En el capítulo tres se discuten los elementos del “entorno” que influyen sobre el desempeño del sector. Aquí se incluyen cuestiones tales como acceso a financiamiento, disponibilidad y costo de los recursos humanos, infraestructura tecnológica y de comunicaciones e incidencia de las políticas públicas (incluyendo la cuestión de la propiedad intelectual). Finalmente, en el capítulo cuatro se resumen las principales conclusiones del trabajo, y se hace una breve discusión del presente y las perspectivas que enfrenta el sector a futuro, sugiriéndose algunas áreas en las cuales debería concentrarse la atención tanto de las firmas como de los *policy-makers*.

Para la realización de este estudio hemos contado con el financiamiento de la Agencia Nacional de Promoción de la Ciencia y la Tecnología y de la Fundación Ingenium de la firma Siemens, cuyo apoyo agradecemos. Asimismo, agradecemos la colaboración de la CESSI, de su presidente Jorge Cassino, y en particular de su Directora Ejecutiva, Dra. Silvia Bidart, quien apoyó vivamente el proyecto y dedicó grandes esfuerzos para que las firmas respondieran la encuesta. También queremos agradecer la cooperación del Lic. Bernardo Dell’ Oro durante la etapa de diseño de la encuesta. Finalmente, el Lic. Pablo Cosso colaboró activamente durante todo el proyecto aportando ideas, conocimientos y contactos que resultaron muy útiles para su concreción exitosa.

CAPITULO I: LA INDUSTRIA DE SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS. **ESTRUCTURA, DINÁMICA Y TENDENCIAS A NIVEL GLOBAL**

En este capítulo se presentan las características básicas del sector de software y servicios informáticos (SSI) a nivel internacional. Esta caracterización resulta importante para enmarcar y comprender mejor los hallazgos del trabajo de campo realizado en la Argentina, así como para estar en condiciones de realizar un análisis más profundo respecto de los obstáculos y potencialidades para el desarrollo del sector de SSI en el país.

En la primera sección se define al sector de SSI, se presentan sus principales características económicas, se discute sobre la dinámica innovativa dentro del sector y se analizan las modalidades de competencia y el tipo de agentes productivos que operan en los distintos segmentos de mercado que lo componen. En la segunda sección se introducen los datos básicos sobre el mercado internacional de SSI y luego se discute en particular acerca de las experiencias de los países que realizaron una entrada “tardía” al sector. Al final del capítulo se adjuntan dos anexos. El primero contiene una breve presentación de las principales etapas en las que puede dividirse la historia de la industria de software a nivel global. El segundo da cuenta de los elementos más importantes que están detrás de algunas experiencias de ingreso “tardío” al sector de SSI (India, Irlanda, Israel, Brasil).

1) Estructura, dinámica tecno-productiva y formas de competencia

a) Definiciones básicas

El sector de software y servicios informáticos (SSI) es un segmento de lo que actualmente se conoce como industrias de las “tecnologías de la información” (TI). De acuerdo con la OECD (1997) las TI abarcan: i) hardware (PCs, *mainframes*, minicomputadoras, *workstations*, impresoras, etc.); ii) software “empaquetado”; iii) servicios informáticos (incluyen tanto los servicios profesionales vinculados a instalación, mantenimiento, desarrollo, integración, etc. de software, como los de soporte técnico de hardware).

Más allá de los debates acerca del verdadero alcance del impacto de las TI sobre el resto de la economía², no hay dudas respecto de su creciente penetración en todos los ámbitos de la sociedad, así como sobre el hecho de que el sector de TI es uno de los que más rápidamente ha venido creciendo en la economía mundial en los últimos años, tendencia que, en principio, continuaría observándose en los próximos años.

². Estos debates aluden principalmente al impacto de las TI sobre el aumento de la productividad en las economías desarrolladas y a la posibilidad de que se conviertan en un nuevo tipo de tecnología “de propósito general” capaz de fundar las bases de un nuevo paradigma tecnológico que, a su vez, de lugar a un nuevo período largo de crecimiento económico a nivel global. Algunos de los principales trabajos en relación a este tema son: Gordon (1999, 2000), Oliner y Sichel (2000), Freeman (2000), OECD (2000a), Smith (2000), David y Wright (1999), Jorgeson y Stiroh (2000).

El software es una pieza clave dentro de las TI, ya que es un elemento imprescindible para que funcionen todos los equipos de hardware conocidos, así como también para la expansión de nuevas áreas dentro del sector TI, como el comercio electrónico por ejemplo. A la vez, crecientemente el software viene incorporado en una serie de bienes industriales, tales como autos, equipos de comunicación, maquinarias, electrodomésticos, etc., tendencia que aparentemente tenderá a profundizarse a futuro.

No es sencillo dar con una definición precisa de lo que está comprendido dentro de la industria del software, en parte por la naturaleza intangible de sus productos y en parte por estar sometida a un acelerado y continuo proceso de cambio tecnológico. De todos modos, la definición propuesta por la OECD (1985), que es similar a la empleada por la ISO (*International Standardisation Organisation*) y la WIPO (*World Intellectual Property Organisation*), ofrece un buen punto de partida: por software se entiende la “producción de un conjunto estructurado de instrucciones, procedimientos, programas, reglas y documentación contenida en distintos tipos de soporte físico (cinta, discos, circuitos eléctricos, etc.) con el objetivo de hacer posible el uso de equipos de procesamiento electrónico de datos”.

La industria de software es, entonces, una actividad relacionada con la codificación del conocimiento y la información, siendo sus *inputs* y *outputs* propiamente dichos virtualmente inmateriales (Torrise, 1998). Según la forma en que se proveen, dichos *outputs* pueden considerarse como *productos* o *servicios*. Si bien varios autores señalan que no es posible trazar una delimitación precisa entre las dos categorías, y muchas de las empresas del sector ofrecen una combinación de ambas, hay algunos rasgos diferenciales que vale la pena destacar.

Un primer punto importante para tener en cuenta es que los ingresos generados por el desarrollo de productos de software provienen, mayoritariamente, de la venta de licencias para su uso dentro de una organización o a nivel individual. En algunos casos, la firma desarrolladora provee algún tipo de servicio asociado al software (actualización de las versiones, soporte técnico, mantenimiento, etc.) que puede estar incluido dentro del contrato de licencia o comercializarse de manera independiente.

En cambio, los ingresos generados por servicios provienen de actividades tan diversas como el diseño y desarrollo de soluciones a medida, la implementación y adaptación de productos de terceros, los servicios de consultoría, capacitación, instalación y mantenimiento de productos de software, etc. El número de licencias otorgadas podría ser una medida de desempeño para una empresa de productos, mientras que en el caso de una empresa de servicios la cantidad de horas de implementación asociadas a cada proyecto sería el indicador más relevante.

Siguiendo a Hoch *et al* (1999), es posible abrir el segmento de productos de software en dos grandes grupos: soluciones empresariales y productos empaquetados de mercado masivo. La distinción entre ambos grupos va más allá del mercado al cual se dirigen (en este sentido, un procesador de texto, por ejemplo, puede apuntar tanto al mercado empresarial como al hogareño). Una diferencia sustancial entre un producto de mercado masivo y una solución empresarial radica en que esta última siempre exige, en mayor o menor medida de acuerdo a su complejidad, algún grado de personalización o adaptación a los requerimientos específicos de la

organización en la cual va a ser implementada. En este último caso la “puesta en marcha” de la aplicación (es decir, su instalación y los ajustes necesarios para su correcto funcionamiento) suele implicar una inversión importante en términos de tiempo y dinero³.

En los últimos tiempos ha tomado nuevo impulso un segmento que no se ajusta estrictamente a ninguna de las categorías antes mencionadas, y es el software que viene incorporado en distintos tipos de maquinarias, equipos y dispositivos de consumo, conocido como software embarcado o embebido (*embedded software*). Usualmente este tipo de software no se incluye en las estadísticas de mercado ya que es habitual que sea desarrollado *in house* por los propios productores de los bienes en los cuales se incorpora, aunque esta situación podría estar cambiando en los últimos años. En cualquier caso, se espera que pronto haya un conjunto de sistemas operativos estandarizados para este tipo de dispositivos, lo cual abriría una buena cantidad de oportunidades para el desarrollo de software embebido. De hecho, varios expertos predicen un crecimiento explosivo de este mercado en los próximos años⁴.

b) La producción de software: principales características

Antes de comenzar con este apartado, cabe destacar un hecho algo sorprendente. Pese al rápido crecimiento del sector de software en todo el mundo, es relativamente escasa la producción académica dedicada al tema desde el punto de vista de la economía. Así, mientras que hay una gran cantidad de trabajos que estudian las formas de competencia, la dinámica de la innovación, etc. en ramas como automotriz, química, computación, etc., son pocos los que hacen lo mismo con el sector de software. Este problema también se extiende al campo de los datos y estadísticas, en donde hay asimismo carencias notorias *vis a vis* otras actividades económicas sobre las cuales se cuenta con abundante información de libre disponibilidad⁵. De todos modos, existe un pequeño conjunto de trabajos y fuentes a partir de las cuales es posible extraer una serie de elementos que permiten caracterizar las tendencias y características básicas del sector.

Con estas consideraciones en mente, cabe analizar en primer lugar cuáles son los rasgos básicos que caracterizan a la producción de software. Siguiendo a Bitzer (1997), se pueden distinguir dos etapas básicas en el proceso de producción de software: i) desarrollo: esta es la etapa realmente “creativa” del proceso productivo. Según el llamado “modelo en cascada”

³. Un estudio muestra que las compañías que instalan un Enterprise Resources Planning –ERP- (el software empresarial más difundido actualmente) suelen gastar sólo el 30% del presupuesto total en adquirir la licencia del producto. El 70% restante se destina principalmente a los “servicios profesionales” necesarios para implementarlo (Hoch *et al*, 1999).

⁴. Entre las principales empresas que compiten por establecer un sistema operativo estándar para software embebido se encuentra Microsoft con su plataforma WinCE, JavaSoft, Lynx Realtime Systems y el fabricante de computadoras Psion, que en 1998 estableció un *joint venture* con Ericsson, Nokia y Motorola con el fin de crear una plataforma para los nuevos teléfonos celulares inteligentes (Hoch *et al*, 1999).

⁵. En un libro editado en 1996 se lee: “*Although the computer software industry is growing rapidly and is of increasing importance for the international competitiveness of other high-technology industries and national economies, it has received little attention from scholars. Data on employment, sales and industry structure for the software industry are rare, and public statistical agencies do not provide reliable, internationally comparable data*” (Mowery, 1996).

(*waterfall model*)⁶, el desarrollo de software involucra las siguientes etapas: conceptualización, análisis de requerimientos, diseño de alto nivel (estas tres son aquellas en las cuales se concentra la generación de las rentas innovativas del sector), diseño de bajo nivel, codificación, testeo y soporte técnico. Se trata de una actividad intensiva en trabajo calificado y con requerimientos generalmente bajos en términos de capital físico; ii) producción: consiste en la reproducción de los programas desarrollados en la fase previa en forma de soportes materiales -*diskettes*, CDs, etc.- (al presente, con la difusión de Internet, esta etapa está perdiendo importancia relativa, ya que la venta de software se hace crecientemente a través de medios electrónicos). Esta fase es similar a cualquier otro proceso de producción manufacturera y usualmente resulta más capital y menos trabajo calificado-intensiva que la etapa de desarrollo. Generalmente, cuando se analiza la industria de software el interés está concentrado en la primera de las fases descritas, y en este trabajo se sigue este mismo criterio.

El desarrollo de software sigue siendo aún una actividad con características artesanales⁷. Pese al avance que ha experimentado la llamada “ingeniería del software”⁸, todavía siguen subsistiendo problemas de calidad, confiabilidad, cumplimiento de tiempos, etc. en los procesos de desarrollo de software⁹. Esto ha llevado, entre otras cosas, a crear nuevos modelos para la producción de software distintos del “en cascada” (evolutivo, transformador, en espiral, etc.), nuevas técnicas y herramientas de programación (CASE, *Unified Modelling Language* –UML-, programación “orientada a objetos”, etc.), tender al diseño y uso de módulos reusables de software, emplear herramientas específicas para el adecuado *management* de los proyectos de software, así como a introducir estándares de calidad y gestión propios de esta industria, como, por ejemplo, el modelo CMM¹⁰ (ver nota al pie previa) o el SPICE (*Software Process Improvement and Capability Determination* –impulsado por el *International Committee on*

⁶. El modelo en cascada fue el primero en desarrollarse cuando nace la disciplina llamada “ingeniería de software”. En la actualidad este modelo ha sido puesto en cuestionamiento, especialmente en lo que se refiere a la “secuencialidad” de las etapas involucradas, y está siendo reemplazado por enfoques alternativos tales como los modelos evolutivos, en espiral, etc. (ver más adelante).

⁷. “La ingeniería de software se encuentra aún en una etapa de transición entre lo artesanal y lo ‘profesional’ ... no se ha logrado pasar de la etapa de manufactura casi artesanal a la de fabricación seriada con técnicas y procedimientos establecidos” (Perazzo *et al*, 1999, p. 18).

⁸ Según Bauer (1972) por ingeniería de software se entiende la definición y empleo de principios y métodos de ingeniería sólidos con el fin de obtener de manera económica software confiable y capaz de operar sobre máquinas reales.

⁹. Los problemas –y consecuentes costos en términos de dinero y tiempo- generados por la falta de adecuados sistemas de ingeniería de software, que garanticen calidad, confiabilidad y predictibilidad en los programas desarrollados, llevaron en 1984 a establecer en los Estados Unidos el Software Engineering Institute (SEI) en la Universidad Carnegie-Mellon, con financiamiento federal y patrocinio del Departamento de Defensa (principal usuario de software en aquel país). Entre otras iniciativas destinadas a mejorar este estado de cosas, el SEI desarrolló el llamado Capability Maturity Model (CMM). Dicho modelo describe las prácticas básicas asociadas con el desarrollo de software confiable y reusable que pueda ser creado según las restricciones de tiempo y presupuesto originalmente convenidas. Si bien fue desarrollado originalmente para firmas que trabajan con grandes contratos para el gobierno, su aplicación se puede extender a otros tipos de firmas.

¹⁰. El CMM fija cinco niveles de excelencia para la producción de software. Hasta mayo de 2001 al menos 29 grupos en el mundo habían alcanzado el máximo nivel, según un listado (no exhaustivo) confeccionado por el SEI en base a información pública recopilada de diversas fuentes. El número total de certificaciones (mayor que el de organizaciones, dado que cada una de ellas puede tener varias certificaciones) ascendía a 52.

Software Engineering Standards y por el *European Software Institute*)- más allá de que las normas ISO también sean de aplicación para este sector-.

La producción de software es, según algunos autores, en sí misma una actividad innovativa, dado que se dirige a generar nuevos productos o nuevas formas de ejecutar tareas y funciones ya conocidas (Torrise, 1998). El grado de "originalidad", obviamente, varía con el tipo de software producido y con las tecnologías utilizadas en su desarrollo. En un extremo están las adaptaciones y cambios menores de los productos de software ya existentes. En el otro, están los nuevos productos que abren mercados inexplorados (el lanzamiento de la hoja de cálculo, por ejemplo) o los programas o servicios creados para un cliente individual.

La principal fuente de innovación en el sector de software es la I&D realizada *in house* por las empresas productoras. Es rara la cooperación entre empresas –salvo en los casos en que operan en distintos segmentos de mercado y tratan de desarrollar productos complementarios-. Las universidades juegan un papel relativamente importante en el desarrollo de productos de software en el caso de los Estados Unidos, lo cual se refleja no sólo en el hecho de que muchas firmas han sido fundadas por investigadores universitarios, sino también en los numerosos programas y lenguajes de programación que han sido resultado de la interacción entre empresas y universidades. En contraste, en Europa el involucramiento de las universidades con el desarrollo de productos de software es mucho menor (Bitzer, 1997).

En tanto, la subcontratación de las tareas de desarrollo de software, si bien existe, está sujeta a algunas limitaciones. En particular, aparece la posibilidad de que el subcontratista puede quedarse con parte o todo el conocimiento adquirido en el desarrollo del programa o sistema en cuestión y convertirse en un potencial competidor. Asimismo, se ha argumentado que una división rígida del trabajo derivada de la subcontratación de tareas "rutinarias" puede tener efectos negativos sobre la *performance* innovativa, ya que la creación de software es una actividad en la cual la interdependencia entre las distintas fases del proceso productivo es mucho más compleja que en las ramas manufactureras tradicionales (Bitzer, 1997; Torrise, 1998).

De todos modos, considerando las posibilidades que ofrece en materia de flexibilidad y reducción de costos (en particular cuando se trata de subcontratación *offshore* con países como la India, por ejemplo), es habitual que se terciaricen ciertas fases del proceso de desarrollo, que son generalmente las de carácter más rutinario (diseño de bajo nivel, codificación, testeo, soporte técnico).

Estas consideraciones conducen al crucial tema de la protección de la propiedad intelectual en esta industria. En principio, se aplican aquí las consideraciones generales en cuanto a la necesidad de delinear un ambiente rico en incentivos para la innovación (mediante patentes, copyright, secreto comercial, etc.). Pero, al mismo tiempo, debe garantizarse la difusión de las innovaciones de modo de generar las externalidades que potencialmente son capaces de inducir los procesos innovativos (David y Foray, 1995).

Ahora bien, en este sector el debate adquiere matices particulares. En primer lugar, existe el problema de la copia ilegal del software, que afecta especialmente al sector de productos

empaquetados. El carácter intangible del software hace fácil la copia o uso ilegal de los programas por parte de los usuarios finales, como lo prueba el hecho de que las tasas de “piratería” llegaban al 34% en Europa Occidental y al 25% en Estados Unidos en 1999 y al 36% en todo el mundo (BSA/SIIA, 2000)¹¹. Al mismo tiempo, los problemas tradicionales derivados de la posibilidad de que las innovaciones sean apropiadas total o parcialmente por alguien distinto a su creador también tienen un lugar en esta industria.

La legislación vigente en los países desarrollados considera que los programas de software se encuentran protegidos bajo el concepto de derechos de autor (Merges, 1996)¹². Al mismo tiempo, también se ha aceptado la posibilidad de que en ciertos casos sean patentados (siempre que se trate de novedades o innovaciones “no obvias”), lo cual ha dado por resultado que ya hay 40 mil patentes vigentes en los Estados Unidos protegiendo productos de software o relacionados (Cohen y Lemley, 2001)¹³. Mientras que el objeto de las patentes es principalmente el de evitar la “copia” de las innovaciones por parte de otros productores, los derechos de autor sirven básicamente para conseguir que los creadores de software obtengan una retribución por la venta o licenciamiento de sus productos en el mercado.

De todos modos, hay fuertes debates sobre el alcance que debería tener la protección legal al software, teniendo en mente la posibilidad de que un nivel de protección demasiado fuerte termine deteriorando la capacidad innovativa del sector al consolidar las posiciones monopólicas de aquellas firmas que han creado estándares de facto en diversos mercados, por ejemplo, o al restringir las posibilidades de realizar ingeniería reversa¹⁴ cuando esta tiene fines tales como producir nuevos bienes que compitan con el original, generar productos compatibles con el mismo o tener acceso a elementos “no protegidos” contenidos en los programas patentados (ver Cohen y Lemley, 2001; Warren-Boulton y Baseman, 1994).

Estos debates se vinculan con el publicitado tema del software tipo *open source*, cuyos ejemplos más notorios son el sistema operativo Linux y el servidor web Apache. El software *open source*, a diferencia del software “propietario”, se distribuye bajo condiciones de libre disponibilidad –esto es, gratuidad o distribución a costo nominal- y con libre capacidad de acceder y, más importante, modificar el código fuente de los programas y sistemas así distribuidos. El proceso

¹¹. Como señala Correa (1999), estas cifras deben ser tomadas con cautela considerando que: i) son producidas por los propios interesados –la BSA (Business Software Alliance) está integrada por las mayores empresas productoras de software empaquetado a nivel mundial-; ii) se hacen suponiendo que todo usuario de un programa “pirateado” sería un comprador del mismo al precio vigente en el mercado, supuesto no necesariamente cierto, en particular en los países de bajos ingresos.

¹². Al estar protegidos por el derecho de autor, no es necesario que los creadores de programas de software revelen o divulguen el programa o código fuente, cosa que sí es un requisito para obtener una patente. Así, como señala Correa (1999), en la práctica hay una doble protección para los programas de computación, la que provee el concepto de derecho de autor en cuanto a la expresión de una idea, y la que otorga el secreto industrial o comercial en cuanto a los programas o códigos fuente.

¹³. Hay opiniones que sostienen que debería crearse un régimen especial de protección de la propiedad intelectual en software, considerando las especificidades que presentan los programas de computación (ver Correa, 1999).

¹⁴. La ingeniería reversa está permitida según la jurisprudencia existente en los Estados Unidos sobre derechos de autor en software, siempre que no se escriba el nuevo programa en la misma forma que el programa utilizado como base (Correa, 1999). Lo mismo ocurre en Japón y Europa (con limitaciones).

de innovación en el campo del *open source* tiende, entonces, a tener características de aprendizaje colectivo a través de la interacción entre los usuarios de software, generando lo que ha sido llamado como una “cultura” alternativa en materia de desarrollo de software. Si bien la mayor parte del software actualmente en uso es de tipo propietario, el avance de algunos programas y sistemas de tipo *open source* ha planteado con fuerza al menos dos tipos de debates. El primero, de orden más académico, se vincula con la pregunta acerca de porqué se producen innovaciones destinadas a ser distribuidas gratuitamente. El segundo, remite a las ventajas y desventajas del software gratuito de tipo *open source* vis a vis el software propietario cuyo código fuente es secreto para el futuro desarrollo del sector (teniendo en cuenta en particular las cuestiones de barreras a la entrada y del ritmo de avance innovativo); retomaremos brevemente este tema al tratar sobre el sector de SSI en los países en desarrollo (algunos de los artículos que analizan estos temas son Andersen y Valente, 1999, Lerner y Tirole, 2000; Van Wegberg y Berends, 2000; Lakhani y Von Hippel, 2000; Weber, 2000; Kogut y Meitu, 2000).

c) Caracterización económica del sector

Siguiendo la división propuesta anteriormente entre productos y servicios, podemos decir que la elaboración de productos se caracteriza por sus bajos o nulos costos marginales de producción. De hecho, el grueso de los costos de producción son fijos –y “hundidos”¹⁵– asociados al diseño, la codificación y las otras actividades antes definidas como pertenecientes a la etapa de “desarrollo” del software¹⁶. Una vez generado el código fuente, su costo de replicación es mínimo y tiende a reducirse en la medida en que los medios de distribución tradicionales (diskettes, CDs, etc.) son reemplazados por la distribución electrónica vía Internet. En cambio, los gastos de comercialización suelen representar una proporción considerable de las ventas totales de las grandes compañías: 34% en el caso de Microsoft; 44% en el caso de Oracle y 52% en el de Sybase (Torrise, 1998).

Esta estructura de costos sugiere la presencia de rendimientos crecientes a escala, lo cual da lugar a una estructura de mercado altamente concentrada para el sector de productos de software. La tendencia se ha acentuado en los últimos tiempos tanto en el segmento de productos de mercado masivo, donde los diez principales productores reunían alrededor del 33% del mercado mundial en 1997, como en el de soluciones empresariales, donde este porcentaje se eleva a 45 (Hoch *et al*, 1999)¹⁷.

La tendencia hacia la concentración se ve reforzada por la presencia de externalidades de red, término utilizado por Katz y Shapiro (1985, 1992) para hacer referencia a aquellos casos en los

¹⁵. Los gastos en I&D, así como los de marketing para lanzar un nuevo producto, no pueden ser recuperados en caso de que el negocio fracase; incluso el código de software generado tiene poco valor en otros usos, y si bien se adquiere cierto grado de aprendizaje en el proceso de desarrollo, no siempre podrá aplicarse a otras iniciativas (Warren-Boulton y Baseman, 1994).

¹⁶. Según Capers Jones (citado en Hoch *et al*, 1999), los costos de desarrollo de la primera versión del sistema operativo Windows 95 habrían superado U\$S 1.000 millones; en cambio, producir la segunda copia en CD costó U\$S 3.

¹⁷. En el segmento de soluciones empresariales la empresa SAP, por ejemplo, tenía en 1997 un *market share* del 33% en software de tipo ERP según datos de Advanced Manufacturing Research (ver Hoch *et al*, 1999).

que “la utilidad que un usuario obtiene del consumo de un bien aumenta con el consumo que del mismo hagan otros agentes”. Es decir, el consumidor encuentra más provechoso adquirir un producto cuanto más generalizado se encuentre su uso.

En los productos de software este fenómeno se explica, entre otras razones, porque: i) la gente que utiliza el mismo software tiene mayores facilidades para intercambiar información); ii) existen complementariedades entre distintos productos de software (y también en relación al hardware) que hacen que a medida que una plataforma se generaliza aumente también la cantidad de aplicaciones disponibles para la misma; iii) existen costos de aprendizaje que reducen los incentivos a cambiar de producto una vez que se ha obtenido cierta destreza y entrenamiento en el uso del mismo -en este caso, hay un costo privado de hacer el cambio a una nueva tecnología, que puede incrementarse cuando existen otras externalidades de red que hacen que el beneficio potencial para ese agente de realizar el cambio dependa de las decisiones, *a priori* no conocibles, que al respecto tomarán otros usuarios de esa tecnología-.

Parecería ser, entonces, que en la industria de productos de software (al igual que en muchas otras industrias de alta tecnología) el *first mover* gozaría de ventajas dada su posibilidad de definir los estándares que a través de las externalidades de red atraerían a más usuarios, creando de esa manera grandes barreras a la entrada para los *newcomers*. Sin embargo, habría que hacer dos salvedades al respecto: i) existen casos en los que el líder fue desplazado por un competidor exitoso¹⁸; ii) si bien en varios segmentos (en particular cuando se trata de un producto orientado al mercado masivo) suele haber un único producto o plataforma dominante, al ser el software una industria en constante evolución se crean continuamente oportunidades para que nuevas firmas puedan posicionarse en nichos o mercados específicos, o bien desarrollar soluciones basadas en productos de terceros¹⁹. Dichas oportunidades se ven reforzadas por el hecho de que la industria de software no requiere de grandes inversiones en capital físico, sino que se trata de una industria intensiva en mano de obra calificada.

Ahora bien, dentro de la industria de productos es necesario analizar por separado la dinámica de los distintos segmentos que ella incluye. En este sentido, Bitzer (1997) introduce una clasificación basada en el grado de estandarización de los distintos productos de software, siendo dicho grado función del número de usuarios que pueden resolver sus problemas o necesidades con el mismo software.

Desde este punto de vista, en un extremo tendríamos al software totalmente “*customized*” desarrollado para un solo usuario –y, por tanto, asimilable a un servicio más que a un producto-, y, en el otro, al software de tipo “universal”, que puede ser utilizado prácticamente sin cambios

¹⁸. Uno de los casos más notorios se da en el segmento de navegadores para Internet, donde Netscape Navigator desplazó rápidamente a Mosaic, el primer programa de navegación de alcance masivo. A su vez, la posterior incursión de Microsoft dentro de dicho mercado con su producto Internet Explorer (distribuido en forma gratuita con el sistema operativo Windows 9x/2000) fue uno de los elementos decisivos en el juicio por prácticas anti-competitivas que debió enfrentar la firma recientemente.

¹⁹. Richardson (1997) destaca el hecho de que la vida útil de un producto de software es habitualmente corta debido a que la competencia en el mercado lleva constantemente a planificar el desarrollo de nuevos productos (aunque este efecto indudablemente tiene diferente intensidad según el tipo de software en cuestión).

por usuarios de cualquier país del mundo (un procesador de texto, por ejemplo, requeriría únicamente de la traducción a los respectivos lenguajes de los usuarios-).

En el mercado de productos estandarizados, los usuarios no tienen, a priori, ningún tipo de influencia sobre las características del software, si bien la empresa desarrolladora puede incorporar sugerencias de los usuarios o agregar funciones requeridas por los mismos en versiones posteriores del producto. Los riesgos de la producción de este tipo de software caen sobre el lado de la firma desarrolladora, la cual, si tiene éxito con su producto, puede amortizar los costos de desarrollo entre numerosos usuarios. Sin embargo, aún el software estandarizado requiere muchas veces importantes esfuerzos de adaptación individual para cada cliente (es el caso de un ERP, por ejemplo), que implican la realización de tareas de programación (servicios) a medida.

Al mismo tiempo, los productos estandarizados difieren en su grado de “universalidad”. Así, típicamente los programas de contabilidad, impositivos, etc. son fuertemente dependientes de las normas vigentes en cada país y no pueden ser usados, sin adaptaciones importantes, en otros países.

Dentro del mercado de productos estandarizados cabe hacer otra distinción, entre el sector de productos dirigidos al mercado masivo y el de soluciones empresariales. En el primero el factor clave es el número de licencias vendidas, en tanto que existe muy poca interacción directa entre proveedores y clientes –más allá de que los primeros ofrezcan eventualmente algún tipo de soporte técnico pos venta-. En contraste, los productos del segmento de soluciones empresariales siempre requieren, como se dijo antes, de algún grado de adaptación a las necesidades del cliente y suponen usualmente una importante interacción entre proveedores y usuarios²⁰. Obviamente, hay un contraste fuerte entre el número de clientes que tienen las firmas que operan en ambos mercados; mientras que SAP (el principal proveedor de software ERP) instaló su sistema R/3 en alrededor de 16.500 sitios durante un período de 5 años, Microsoft, líder en el segmento de mercado masivo, vendió más de 60 millones de copias de su sistema operativo sólo en 1997.

¿Cuáles son los factores clave para competir en el mercado de productos estandarizados? Siguiendo a Bitzer (1997), los principales serían calidad, reputación, precio y compatibilidad con los programas más difundidos (Kopetz, 1995, agrega también el factor soporte técnico post venta). Cuando se trata de programas ya existentes, el número de usuarios actuales es otro factor importante (por las antes mencionadas externalidades de red). En general, puede decirse que para la mayor parte de los segmentos de este mercado existen altas barreras a la entrada (es el caso de los rubros dominados por Microsoft, por ejemplo).

En cambio, cuando se trata de productos de menor nivel de estandarización el nivel de concentración y la intensidad de las barreras a la entrada caen. Se trata habitualmente de mercados menos transparentes, en los cuales las firmas locales pueden tener ventajas

²⁰. No siempre las tareas de implementación y mantenimiento involucradas en esta interacción son realizadas por las empresas que ofrecen este tipo de productos, siendo habitual que las realicen consultoras externas.

competitivas sobre los proveedores internacionales (mayor flexibilidad, contactos personales, conocimiento de la cultura, lenguaje, costumbres, leyes, etc.). Sin embargo, en el caso de soluciones empresariales, por ejemplo, las grandes firmas tienden a preferir a los proveedores internacionales –esto se refuerza en el caso de empresas multinacionales, que requieren compatibilidad de sistemas entre sus distintas filiales-.

Un caso particular dentro del mercado de productos masivos es el de software para entretenimiento, cuya demanda crece rápidamente en todo el mundo. Siendo productos completamente estandarizados, los efectos de red y compatibilidad son menores que en otros segmentos. Factores tales como calidad y reputación no se vinculan tanto con problemas de pérdidas de datos, etc., sino con las características gráficas, de sonido, etc. de los programas. Aquí, siguiendo a Bitzer (1997), las barreras a la entrada serían relativamente bajas, permitiendo el ingreso de pequeños y medianos proveedores.

Yendo ahora al sector servicios, lo primero a destacar es que, en contraste con lo dicho anteriormente sobre la elaboración de productos, los costos marginales que enfrentan las firmas son elevados. Aún para grandes empresas como Andersen Consulting (ahora llamada Accenture), hacer desarrollos a medida para dos clientes con requerimientos similares no implica una reducción significativa en el costo del segundo proyecto, ya que el software desarrollado para uno sólo limitadamente puede ser reusado en otros. Se ha estimado que el mayor conocimiento y la experiencia ganada al trabajar en proyectos similares permite ahorrar no más de un 30% del costo total (McKinsey, citado en Hoch *et al*, 1999). La experiencia y el conocimiento acumulados a raíz de la continua interacción con el usuario final, por otra parte, tienen un carácter altamente específico y difícilmente pueden transferirse a otro cliente. No obstante, el desarrollo de una aplicación a medida en ocasiones puede dar lugar a un producto relativamente estandarizado capaz de satisfacer las necesidades de clientes con requerimientos similares.

También hay que tener en cuenta que cuando se trata de hacer desarrollos a medida, y a diferencia de lo que ocurre con los productos estandarizados, los riesgos de posibles sobrecostos, demoras, fallas en el desarrollo, etc., son soportados usualmente por los clientes. Estos pueden quedar “atados” al proveedor original del software por los gastos incurridos en concepto de servicios de capacitación, actualización y corrección de fallas, ampliaciones y modificaciones, etc., que suelen sucederse a la instalación del sistema. A su vez, el vínculo se ve reforzado por el hecho de que un cambio de proveedor muchas veces conlleva una inversión importante y puede traer inconvenientes en la gestión diaria de la firma (Perazzo *et al*, 1999).

Estas características traen como consecuencia una estructura de mercado fragmentada en la que coexisten un grupo reducido de grandes empresas multinacionales (EDS, Accenture, Cap Gemini) capaces de ofrecer soluciones integradas y complejas –necesarias para clientes tales como bancos, compañías de seguro, sector público, etc.- con una gran cantidad de firmas más pequeñas focalizadas en los mercados locales.

¿Cuáles son los factores competitivos clave en este segmento? Reputación, calidad (en este caso, calidad supone, además del correcto funcionamiento del software desarrollado, las cuestiones antes mencionadas respecto de cumplimiento de especificaciones, tiempos,

presupuesto, etc.), contactos personales y -cuando el cliente es una empresa o institución grande- posibilidad de ofrecer soluciones complejas; el precio también juega un papel crecientemente importante en este segmento (Bitzer, 1997).

En función de lo expuesto, el mercado de proyectos complejos y de clientes de gran tamaño está dominado por grandes empresas multinacionales que ofrecen soluciones integradas de software y hardware. Las empresas pequeñas y medianas locales tienen mayores posibilidades de competir en el segmento de proyectos de menor complejidad, debido a su mayor flexibilidad, menores costos, contactos personales, proximidad a los clientes, conocimiento del medio, etc. En alguna medida, este mercado presenta características similares al de productos menos estandarizados.

Finalmente, hay que considerar también que dentro del segmento de servicios se incluyen actividades que no implican el desarrollo de software o tareas de programación “a medida” para usuarios finales, sino tareas más rutinarias -tales como mantenimiento, por ejemplo- así como la subcontratación de ciertas etapas de la producción de software que no son consideradas “críticas” –tales como codificación o testeo-. Algunos países en desarrollo, notoriamente la India, se han especializado en exportar este tipo de servicios informáticos hacia los países desarrollados (ver más abajo).

Más allá de las limitaciones antes mencionadas, la subcontratación de software es una actividad importante que presenta una serie de rasgos distintivos. Por empezar, en este sector el costo del trabajo no siempre es el factor más importante a la hora de elegir a un proveedor (Sallinen, 2000). ¿Cuáles son las claves del éxito en una relación de subcontratación? Heeks *et al* (2000) distinguen 6 dimensiones en las cuáles debería lograrse cierto grado de congruencia para que la relación pueda prosperar: i) objetivos y valores; ii) sistemas de organización y control; iii) capacidades; iv) procesos (por ej., metodologías de diseño); v) información (sobre los tiempos y requerimientos del proyecto); vi) tecnología (las plataformas de software y hardware de ambas partes deben ser compatibles). Un alto grado de congruencia fomenta la confianza y de esa forma es posible que el subcontratista “ascienda” en la cadena de valor pasando a ejecutar proyectos más grandes, más intensivos en conocimientos y con mayor cantidad de componentes desarrollados *offshore*. Para países en desarrollo, las mayores dificultades estarían en lograr la congruencia en los componentes “soft” (por ej., objetivos y valores), ya que éstos por lo general están ligados a factores socio culturales más persistentes y difíciles de asimilar que los estrictamente tecnológicos.

En resumen, las características antes señaladas parecerían indicar la presencia de fuertes barreras a la entrada en el sector de productos de software estandarizado (excepto probablemente en el segmento de entretenimiento), así como en el de soluciones empresariales y desarrollos a medida para grandes clientes. En cambio, las barreras serían menos importantes en el caso de productos de menor nivel de estandarización –programas de contabilidad, impositivos, etc.- y productos y servicios dirigidos a firmas pequeñas y medianas, así como en la provisión de servicios de tipo “rutinario” –mantenimiento, testeo, codificación, etc.- y subcontratación.

De todos modos, más allá de la existencia de diferentes tipos de barreras a la entrada en cada mercado, hasta el presente esta industria se ha caracterizado, al menos en los países desarrollados, por el constante surgimiento de nuevas empresas pequeñas y medianas con fuertes capacidades innovativas, las cuales exploran nuevas ideas, aplicaciones y mercados, impulsando así a todo el sector. Detrás de estas firmas suele haber una fuerte dosis de “*entrepreneurship*”, pero su surgimiento requiere también de ciertas condiciones de entorno, ya que en este grupo suele haber tanto empresas exitosas como un gran número de fracasos. La existencia de fondos de capital de riesgo, la cercanía con otras empresas e instituciones con las cuales intercambiar información técnica, de mercados, etc., la disponibilidad de recursos para investigación, etc., son algunas de las condiciones para el florecimiento de *start ups* en este sector.

2) El mercado internacional de software y servicios informáticos y el papel de los países de ingreso “tardío” al sector

a) El mercado de SSI: situación actual y perspectivas

En 1999 el mercado mundial de TI alcanzaba los U\$S 1.200 billones; mientras que el mercado de software llegaba a U\$S 153.500 millones, el de servicios informáticos alcanzaba U\$S 347.000 millones (cuadro 1). La expansión de este sector ha sido vertiginosa en los años 1990, con tasas de crecimiento del orden del 6,7% anual entre 1992 y 1999 para las TI, y del 10,3% anual para SSI (cuadro 2).

El grueso del mercado de TI está en los países desarrollados, y en particular en los Estados Unidos (42% del mercado mundial de TI y 47% del mercado de SSI en 1999). Entre los países en desarrollo (que participan con el 5-6% del mercado global de SSI y TI), son algunas naciones de América Latina (Brasil, México) y Asia (China, Corea, Taiwán, India, Hong Kong) los principales mercados; Argentina se ubica en el puesto 26 en este ránking, habiendo pasado del 0,2 al 0,3% del mercado mundial, tanto de TI como de SSI, entre 1992 y 1999 (cuadro 2).

Dentro de las estadísticas de TI aquí presentadas, se incluye un rubro denominado “gastos internos”, que capta el gasto en el rubro que hacen las firmas *in house* (esto es, sin contratar los servicios o bienes respectivos en el mercado). Una parte importante de ese gasto corresponde a software y servicios informáticos provistos por el propio personal de las firmas o instituciones usuarias de TI. De hecho, y pese al predominio de los vendedores independientes de SSI, aún hoy existe una proporción considerable de software desarrollado internamente por los usuarios finales que no siempre se ve reflejada en las estadísticas del sector²¹.

²¹ Algunas estimaciones sugieren, por ejemplo, que a fines de la década de 1980 el desarrollo *in-house* representaba alrededor del 60% de los gastos totales en software de Alemania, Francia, Reino Unido e Italia, los cuatro mayores mercados europeos. Otro estudio realizado en base a una encuesta a 1354 usuarios del Reino Unido mostraba que la proporción de software no comercializado dentro del presupuesto total varía según la plataforma de hardware utilizada. El desarrollo *in-house* representaba el 27% del gasto total en software en el segmento de mini-computadoras, 24% en el de *mainframes* y 15% en el de microcomputadoras (ver Torrisi, 1998).

Como se dijo al principio, el software "empaquetado" constituye un componente importante del mercado de TI. A su vez, este mercado puede ser dividido en tres segmentos:

- i) Software de sistema y utilitarios: incluyen sistemas operativos, lenguajes de programación, herramientas de medición de la *performance* de los sistemas, programas de mantenimiento y seguridad, convertidores, sistemas para el manejo de redes, etc.
- ii) Herramientas de aplicación: incluyen todos los programas que les permiten a los usuarios recuperar, organizar, administrar y manipular datos y bases de datos. Este grupo se divide en cuatro grandes categorías: recuperación y acceso a datos; administración de datos; manipulación de datos; diseño y desarrollo de programas. Incluye sistemas de administración de base de datos, sistemas de soporte e información para la toma de decisiones, planillas de cálculo, herramientas CASE (*Computer-Aided Software Engineering*), etc.
- iii) Soluciones de aplicación: son programas diseñados para ofrecer soluciones a problemas propios de una industria, o bien para desempeñar una función específica de los negocios. Este software puede ocuparse de funciones "*cross industry*" (contabilidad, manejo de recursos humanos, *pay roll*, administración de proyectos, procesamiento de texto y otras actividades de oficina) como así también brindar soluciones específicas para mercados verticales (por ejemplo, bancos y sector financiero, manufactura, salud, exploración y explotación de recursos naturales, etc.). Obviamente, algunos de estos programas –procesadores de texto, por ejemplo– pueden ser usados también por usuarios particulares.

En 1995, algo menos de la mitad del mercado de la OECD correspondía a soluciones de aplicación, un 30% a herramientas de aplicación y el 20% restante a sistemas operativos y utilitarios (OECD, 1997).

En tanto, el comercio de software²² entre los países de la OECD presenta dos rasgos destacables: su reducida participación en el total comerciado por dichos países y su carácter casi exclusivamente intra-regional. Con respecto al primer rasgo mencionado, se observa que las exportaciones de software de la OECD alcanzaron los U\$S 9.700 millones en 1998, y las importaciones estuvieron apenas por encima de los U\$S 9.000 millones; esto es, alrededor del 0,2% del valor total de los intercambios realizados entre los países miembros (OECD, 2000b). No hay que olvidar, sin embargo, que estas cifras reflejan en parte los problemas de medición antes mencionados que llevan a una subvaluación considerable del comercio de software.

Con relación al segundo, se desprende que los países no miembros de la OECD no tienen una participación destacable en dichos intercambios. En efecto, el 93% de las importaciones realizadas por países de la OECD en 1998 se originó en países miembros, mientras que el 7% restante provino mayoritariamente de países asiáticos no miembros. En cuanto a las

²². Estos datos se basan en las estadísticas recogidas por la OECD que presentan una serie de problemas, a saber: i) las valuaciones fronterizas toman como referencia el soporte físico en vez del contenido, con lo cual el software aparece subvaluado; ii) no captan adecuadamente el software que viene instalado en las computadoras; iii) no miden el valor de los derechos de autor vendidos en mercados extranjeros ni el valor de las transacciones electrónicas (OECD, 2000b).

exportaciones, el 85% del total exportado estuvo dirigido hacia países de la OECD, mientras que el 15% restante se distribuyó entre Asia (7%), Sudamérica (3,4%) y otros países europeos (1,5%).

CUADRO 1
EL MERCADO MUNDIAL DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION. 1992-1999 (U\$S millones)

País	Hardware		Software		Servicios		Gastos internos*		Total	
	1992	1999	1992	1999	1992	1999	1992	1999	1992	1999
EE.UU.	70.741	169.186	29.720	75.006	73.257	160.271	104.994	105.522	278.712	509.985
Japón	38.938	44.986	6.652	12.224	32.709	42.494	64.328	65.533	142.627	165.237
Alemania	14.772	23.971	5.584	12.600	14.598	23.429	24.338	26.897	59.292	86.897
G. Bretaña	11.532	19.503	4.882	10.362	9.200	22.505	21.624	24.141	47.238	76.511
Francia	10.722	14.192	3.664	7.615	11.847	20.535	22.081	24.996	48.314	67.338
Canadá	5.845	9.914	1.869	4.782	6.371	10.397	10.404	10.124	24.489	35.217
Italia	7.309	7.944	3.326	3.217	6.670	9.459	4.826	5.566	22.131	26.186
P. Bajos	3.415	5.854	1.340	3.249	2.902	5.276	5.612	5.955	13.269	20.334
Australia	2.749	6.523	891	2.285	1.933	5.018	5.127	4.767	10.700	18.593
Suiza	2.774	4.172	1.082	2.286	1.809	4.105	4.972	4.826	10.637	15.389
Brasil	2.192	5.782	743	1.635	1.630	4.349	2.391	3.380	6.956	15.146
Suecia	3.490	4.277	842	1.664	2.918	4.475	3.954	4.566	11.204	14.982
España	3.776	4.234	1.283	1.656	2.644	3.681	2.055	2.467	9.758	12.038
China	2.848	9.634	117	700	85	580	314	904	3.364	11.818
Bélgica	1.791	2.912	1.100	1.837	1.620	2.833	3.141	3.476	7.652	11.058
Corea	3.791	5.663	202	752	1.216	1.744	1.809	2.322	7.018	10.481
Dinamarca	1.544	2.551	484	1.165	1.231	2.450	2.542	2.925	5.801	9.091
Austria	1.316	2.145	472	1.004	1.214	2.193	2.195	2.418	5.197	7.760
México	1.675	2.751	302	533	818	1.564	1.467	2.171	4.262	7.019
Sudáfrica	1.227	2.329	287	815	876	1.879	1.212	1.766	3.602	6.789
Noruega	1.326	2.202	420	770	1.041	2.113	1.307	1.525	4.094	6.610
Finlandia	1.012	1.884	274	716	773	1.496	1.117	1.479	3.176	5.575
Taiwán	1.260	2.768	156	528	431	692	788	1.469	2.635	5.457
Israel	681	1.229	228	539	370	1.435	628	871	1.907	4.074
India	666	1.925	61	213	364	867	429	1.033	1.520	4.038
Argentina	445	1.559	67	419	460	1.004	569	685	1.541	3.667
Hong Kong	687	1.545	79	296	170	451	650	826	1.586	3.118
Polonia	524	1.438	80	309	135	515	267	705	1.006	2.967
Turquía	953	1.227	72	276	107	355	196	359	1.328	2.217
Colombia	212	727	24	165	138	397	613	825	987	2.114
Resto del mundo	10.722	18.023	1.798	3.934	4.182	8.463	6.951	10.409	23.653	40.829
Total	210.935	383.050	68.101	153.552	183.719	347.025	302.901	324.908	765.656	1.208.535

*: gastos en TI realizados internamente por las firmas e instituciones usuarias.

Fuente: Elaboración propia en base a WITSA (2000).

CUADRO 2
COMPOSICION Y TASAS DE CRECIMIENTO DEL MERCADO DE TI POR PAISES. 1992-1999
(porcentajes)

País	TI			Software y servicios informáticos		
	Participación en el mercado mundial		Tasa de crecimiento 1992-1999	Participación en el mercado mundial		Tasa de crecimiento 1992-1999
	1992	1999		1992	1999	
EE.UU	36,4	42,2	9,0	40,9	47,0	12,5
Japón	18,6	13,7	2,1	15,6	10,9	4,8
Alemania	7,7	7,2	5,6	8,0	7,2	8,6
G. Bretaña	6,2	6,3	7,1	5,6	6,6	12,9
Francia	6,3	5,6	4,9	6,2	5,6	8,9
Canadá	3,2	2,9	5,3	3,3	3,0	9,1
Italia	2,9	2,2	2,4	4,0	2,5	3,5
P. Bajos	1,7	1,7	6,3	1,7	1,7	10,5
Australia	1,4	1,5	8,2	1,1	1,5	14,5
Suiza	1,4	1,3	5,4	1,1	1,3	12,0
Brasil	0,9	1,3	11,8	0,9	1,2	14,1
Suecia	1,5	1,2	4,2	1,5	1,2	7,3
España	1,3	1,0	3,0	1,6	1,1	4,5
China	0,4	1,0	19,7	0,1	0,3	30,2
Bélgica	1,0	0,9	5,4	1,1	0,9	8,0
Corea	0,9	0,9	5,9	0,6	0,5	8,4
Dinamarca	0,8	0,8	6,6	0,7	0,7	11,2
Austria	0,7	0,6	5,9	0,7	0,6	9,6
México	0,6	0,6	7,4	0,4	0,4	9,4
Sudáfrica	0,5	0,6	9,5	0,5	0,5	12,8
Noruega	0,5	0,5	7,1	0,6	0,6	10,2
Finlandia	0,4	0,5	8,4	0,4	0,4	11,3
Taiwán	0,3	0,5	11,0	0,2	0,2	11,0
Israel	0,2	0,3	11,5	0,2	0,4	18,6
India	0,2	0,3	15,0	0,2	0,2	14,3
Argentina	0,2	0,3	13,2	0,2	0,3	15,2
Hong Kong	0,2	0,3	10,1	0,1	0,1	17,0
Polonia	0,1	0,2	16,7	0,1	0,2	21,2
Turquía	0,2	0,2	7,6	0,1	0,1	19,7
Colombia	0,1	0,2	11,5	0,1	0,1	19,4
Resto del mundo	3,1	3,4	8,1	2,4	2,5	11,0
Total	100,0	100,0	6,7	100,0	100,0	10,3

Fuente: Elaboración propia en base a WITSA (2000).

Irlanda (ver sección siguiente) y EE.UU. fueron, claramente, los principales exportadores de software entre los países de la OECD en 1998. En el caso de Irlanda el valor de las exportaciones alcanzó los U\$S 3290 millones, mientras que en EEUU dicho monto ascendió a U\$S 2956 millones. Conjuntamente, las exportaciones de ambos países representaban más del 60% del total exportado por los países de la OECD.

El Reino Unido, por otro lado, es el principal importador de software de la OECD con un total de U\$S 1.056 millones, seguido por Alemania, Francia y Canadá, cuyas importaciones se ubican en el orden de los U\$S 800-1000 millones. EEUU, a pesar de ser el principal mercado, tiene importaciones que rondan los U\$S 639 millones, esto es, un monto similar al de Italia, cuyo mercado es casi 20 veces inferior.

En tanto, la cuantificación del comercio en servicios presenta dificultades adicionales dada su naturaleza inmaterial y la creciente complejidad de sus formas de distribución. Luego de EEUU, el Reino Unido y Alemania son los principales exportadores de servicios de computación, siendo Japón y Alemania los principales importadores en 1998. En el caso de EEUU las exportaciones superaron los U\$S 3.000 millones, representando el 1,3% de las exportaciones totales de servicios privados (por debajo de otros servicios como financieros, educación, construcción e ingeniería). Sin embargo esto no tiene en cuenta las ventas de servicios por parte de filiales localizadas en el extranjero, que en 1996 superaron los U\$S 28.000 millones.

Otras fuentes, en tanto, permiten tener un panorama más desagregado de la evolución del sector de SSI en los años 1990. Tomando la división entre servicios, soluciones empresariales y productos de mercado masivo, de los tres segmentos el de servicios profesionales ha sido el más dinámico, mostrando tasas de crecimiento de más del 20% durante el período 1991-1997 - en comparación con el 18% de crecimiento anual del segmento de soluciones empresariales y el 11% de los productos de mercado masivo- (Hoch *et al*, 1999).

Microsoft se ha consolidado como líder absoluto del segmento de productos de mercado masivo, con ventas anuales que superaban los U\$S 11.600 millones en 1997, lejos del segundo puesto ocupado por IBM cuyas ventas rondaban los U\$S 2.500 millones. En el mercado de soluciones empresariales, por su parte, se destaca aún la presencia de firmas de hardware: este segmento tiene como líder a IBM con ventas que superan los U\$S 10.000 millones, y cuenta con otros 4 fabricantes de hardware entre las 10 mayores empresas (HP, Fujitsu, Hitachi y Siemens). Por otro lado, los *start ups* de la década de 1970 (Oracle, SAP, etc.) siguen ocupando un lugar destacado.

Como era de esperar en función de lo expuesto más arriba, el segmento de servicios profesionales es el que muestra un menor grado de concentración. El sector está liderado por Accenture (ex Andersen Consulting), cuyas ventas ascendieron a U\$S 5.300 millones en 1997, seguido por IBM y firmas de servicios como EDS y CSC con facturaciones en el orden de los U\$S 3.500 y U\$S 5.000 millones. También en este mercado existe una fuerte presencia de fabricantes de hardware como HP, DEC y Fujitsu que se ubicaron entre las 10 firmas con mayor facturación en 1997.

Si bien el sector de software no es una industria madura y resulta difícil hacer conjeturas en relación al futuro debido a su alto grado de volatilidad, podemos plantear una serie de tendencias significativas. Es necesario insistir, sin embargo, que el software es una industria con no más de 50 años de antigüedad que no parece haber alcanzado, todavía, una configuración definitiva.

En el segmento de productos de mercado masivo uno de los hechos más destacables ha sido la aparición de un nuevo competidor en el mercado de sistemas operativos de escritorio,

segmento que hasta hace poco parecía tener como protagonista exclusivo a Microsoft con su sistema Windows 95/98 y más recientemente Windows 2000. Linux, el sistema operativo en cuestión, es una versión de UNIX²³ que, a diferencia de las anteriores, puede adaptarse a una plataforma masiva como es la PC-IBM. El fallo contra Microsoft que obliga a la compañía a dividirse en dos (una a cargo de los sistemas operativos y la otra de las aplicaciones comerciales) podría en principio favorecer la expansión de Linux en la medida en que esto constituya un incentivo para desarrollar versiones para Linux de las aplicaciones más populares (Word, Excel, etc.) –muchas de las cuales son vendidas por Microsoft–; sin embargo, recientemente dicho fallo fue revocado por una instancia superior de la justicia estadounidense, por lo cual debe esperarse a que termine todo el proceso para analizar cuáles serán sus eventuales consecuencias.

La explosión de Internet, por otra parte, ha promovido el uso de nuevas herramientas, entre ellas el lenguaje HTML, y más recientemente la programación en Java (en sus distintas variantes) que actualmente se ha constituido en un lenguaje de propósito general. El lenguaje Java, que según diversas estimaciones tendría entre 7 y 21 millones de usuarios en todo el mundo y crece a una tasa anual superior al 200% (Lerner y Tirole 2000), tiene como rasgo principal ser independiente de la plataforma de hardware sobre la cual se ejecuta y abre la posibilidad, entre otras cosas, de desarrollar aplicaciones para dispositivos de consumo. Esto constituye otra amenaza potencial para Microsoft, que estableció su liderazgo en el mercado masivo apuntando a la plataforma IBM-PC compatible.

En el mercado de soluciones empresariales y servicios, por otro lado, Internet también está introduciendo cambios significativos a raíz de la difusión de las soluciones de comercio electrónico (B2B -business to business- y B2C -business to customer-). Cabría esperar, además, que la distinción entre "productos" y "servicios" se torne cada vez más difusa a medida que se extienda el uso de aplicaciones vía Internet. En este escenario, en vez de adquirir la licencia de un producto, el usuario pagaría una suscripción mensual para acceder a diferentes "servicios de aplicación" (*application services*). La provisión de dicho servicio podría estar en manos del desarrollador original, o bien de un ASP (*application service provider*). Así, las principales empresas de software empresarial (Peoplesoft, Oracle, SAP, etc.) están migrando sus paquetes ERP tradicionales a Internet y desarrollando nuevas aplicaciones especialmente diseñadas para esta plataforma (es el caso, por ejemplo, de las aplicaciones CRM, o *customer relationship management*).

Por último, en materia de herramientas y metodologías de diseño y programación se vislumbra la aparición de nuevas "tecnologías de componentes" que permitirían incrementar la calidad y la flexibilidad del software reduciendo al mismo tiempo los costos y el tiempo de desarrollo a través del reuso de software. En un esquema de desarrollo basado en componentes, los programadores desarrollan módulos genéricos que luego son utilizados por los "expertos de dominio" (aquellos que tienen conocimiento del área de aplicación del software) para crear aplicaciones específicas. Nowak y Grantham (2000) comparan la transición hacia este nuevo

²³ UNIX es un sistema operativo abierto que ocupa un lugar destacado en el mercado corporativo y de grandes usuarios (gobierno y universidades) desde principios la década de 1980 (ver anexo 1 para más información).

paradigma con el impacto de la industria de maquinarias en la Revolución Industrial del siglo XIX, al permitir el reemplazo de un esquema de producción artesanal por otro basado en la producción y ensamblado de partes. Además, esta tecnología podría dar lugar a una nueva industria de proveedores especializados que, según sus ventajas comparativas y áreas de *expertise*, crearían componentes independientes e interoperables de alta calidad. Esto abriría, por otra parte, nuevas oportunidades para la subcontratación.

b) La experiencia y perspectivas de los países de ingreso “tardío” al sector de software y servicios informáticos²⁴

Si bien el grueso de la producción y las exportaciones de software se concentran en los Estados Unidos, Japón y en los países más avanzados del continente europeo, algunas naciones en desarrollo de Asia y América Latina, así como otras de la periferia europea (Irlanda, Portugal), han hecho significativos avances dentro del sector (cuadro 3). Como vemos, Argentina, cuyo caso será analizado en los dos capítulos siguientes, forma parte de este grupo.

CUADRO 3
DESEMPEÑO DEL SECTOR DE SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS EN PAÍSES DE INGRESO
“TARDÍO” AL SECTOR. ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE (U\$S millones)²⁵

	Ventas	Exportaciones	Coeficiente X/Ventas	Empleo	Nº empresas
India	5.700	4.000	70%	410.000	1.250
Irlanda	6.245	5.907	94%	18.300	679
Israel	1.500	700	47%	20.000	300
Brasil	8.038	40	<1%	s.d.	2.500
Uruguay	180	60	33%	2.500-3.000	150
Argentina	1.340	35	<3%	15.000	500
Costa Rica	s.d.	50	s.d.	3.500-4.000	150
Chile	125	15	12%	s.d.	s.d.
Singapur	1.660	476	29%	s.d.	s.d.
China	3.000	s.d.	s.d.	100.000	2.000
Corea	6.000	96	<2%	s.d.	s.d.

Fuentes: Weber *et al* (2000) y Bastos Tigre y Junqueira Botelho (1999) para Brasil, NASSCOM para India, Tallon y Kraemer (1999) para Irlanda, Israel Association of Software Houses para Israel, revista Computerworld Chile (1999) y Baeza Yates (1995) para Chile, MIEM (1999) para Uruguay, Caprosoft para Costa Rica, Coe (1999) para Singapur, Zhang (2000) para Corea y China y nuestras propias estimaciones para Argentina²⁶.

²⁴. En el anexo II se analizan brevemente las experiencias de la India, Irlanda, Israel y Brasil, presentando en forma sintética la evolución de las respectivas industrias y discutiendo el rol que han tenido en cada caso las políticas públicas de apoyo al sector de SSI.

²⁵. Las estimaciones incluyen la provisión de servicios informáticos y la venta de software desarrollado localmente, excluyéndose la comercialización de software importado. Si bien hemos hecho un esfuerzo por homogeneizar los datos aquí incluidos, es posible que haya algunas discrepancias entre los universos que consideran las distintas fuentes consultadas para estimar los datos sobre el sector de SSI, lo cual puede afectar en alguna medida la comparabilidad de las cifras aquí presentadas.

²⁶. Dado que, como señalamos en la nota al pie previa, hemos excluido las ventas de software importado, las cifras informadas para Argentina difieren de las estimaciones para el total del sector de SSI que se presentan en el capítulo 2.

Seguendo a Heeks (1999a), estos avances no son sorprendentes considerando que son varios los países que poseen personal calificado a bajo costo, condición para penetrar en un sector trabajo intensivo y en el cual, al menos en algunos de sus segmentos, existen bajas barreras a la entrada y las economías de escala no son aún cruciales.

Entre los países en desarrollo uno de los casos más exitosos desde el punto de vista cuantitativo ha sido el de la India, donde los ingresos del sector de software pasaron de U\$S 1.124 millones a U\$S 5.700 millones entre 1996 y 2000 (cuadro 3). El 70% de los ingresos totales generados por el sector en 2000 (U\$S 4.000 millones) fueron en concepto de exportaciones. Más del 60% de dichas exportaciones estuvieron dirigidas a EEUU y Canadá, el 23% a Europa (principalmente al Reino Unido) y alrededor del 7% a Japón y otros países del sudeste asiático (Nasscom, 2001a).

Un análisis más detallado pone en evidencia la marcada concentración de las exportaciones en el rubro “servicios profesionales”. En particular, éstos representaron el 44% del total exportado en 1998 (Nasscom, 2000) mientras que sólo el 8% fueron exportaciones de productos de software. El 37% correspondió a proyectos y el resto estuvo asociado a servicios de soporte y mantenimiento, capacitación, etc.

Como ya se mencionó anteriormente, Irlanda es uno de los dos principales exportadores mundiales de software y servicios informáticos en la actualidad, con exportaciones cercanas a los U\$S 6.000 millones en 1997 (cuadro 3)²⁷. La industria está constituida por firmas –alrededor del 17% de las cuales son de capital extranjero, pero representan el 88% de los ingresos– fuertemente orientadas hacia los mercados extranjeros, con coeficiente de exportación cercanos al 100%. Por su parte, las firmas locales también muestran una marcada propensión a exportar, la cual se ha incrementado de 41% en 1991 a 69% en 1997.

El perfil exportador de Irlanda se diferencia claramente del hindú tanto en términos de destino como de su composición. La Unión Europea, y en particular el Reino Unido, reúne el 70% de las exportaciones irlandesas, lo cual se explica por el hecho de que numerosas firmas estadounidenses (y también europeas) han instalado allí centros de desarrollo, localización y distribución para los mercados de aquel continente. En cuanto a la composición, se diferencia del modelo hindú por el predominio del software empaquetado en relación a los servicios.

Israel es otro *latecomer* exitoso en la industria del software. La industria de software israelí ha tenido un desempeño destacable durante la última década, particularmente en las áreas de seguridad y tecnologías anti-virus. Israel cuenta actualmente con unas 300 empresas de software que emplearon alrededor de 20.000 personas y generaron ingresos por U\$S 1.500 millones en 1998 (cuadro 3). Una proporción considerable de dichas firmas se dedica a desarrollar software empaquetado con cierto nivel de sofisticación para mercados extranjeros. Los productos de seguridad y administración de redes constituyen el principal rubro de exportación, con una participación del 16% en el total.

²⁷: Cabe aclarar que la cifra de U\$S 3290 millones de exportaciones mencionada en la sección anterior, corresponde únicamente a ventas de software.

En 1998, las exportaciones de software de Israel alcanzaron un valor estimado en U\$S 700 millones -cifra casi 10 veces superior al monto exportado a fines de los años 1980- y tuvieron como principal destino a EEUU, cuya participación se ubicó en el orden del 38%. Poco más de la tercera parte de las ventas al exterior iban dirigidas a Europa Occidental, mientras que los países del Extremo Oriente recibían el 9% y las regiones de Asia Pacífico, Africa y Sudamérica tenían una contribución marginal.

Algunos países del Este y Sudeste de Asia también han avanzado en el sector de SSI. Taiwán, Singapur, Thailandia, Corea, Malasia y China están en este grupo, al cual quieren sumarse también otros países de menor nivel de desarrollo relativo, como Vietnam. Como ya ha sucedido en estos países anteriormente con otros sectores productivos, los gobiernos han apoyado abiertamente el desarrollo de esta industria considerada estratégica debido a su carácter intensivo en tecnología y su elevado dinamismo.

En el caso de Corea, se estima que el sector de SSI factura alrededor de U\$S 6.000 millones anuales, con exportaciones muy bajas -menos del 2% de las ventas totales- (cuadro 3). Según Zhang (2000), la industria coreana está técnicamente bastante retrasada respecto de los países más avanzados. El sector se caracteriza por operar con un nivel tecnológico medio, con avances incipientes en algunas áreas, tales como manejo de base de datos. En este escenario, el gobierno coreano anunció recientemente su intención de invertir U\$S 1.000 millones para promover el desarrollo de la industria local de software.

Singapur, por su parte, aspira a expandir su industria de software adoptando una estrategia exportadora orientada principalmente a la región del sudeste asiático. Si bien el desarrollo del sector es aún incipiente, la decisión de Microsoft de centralizar en Singapur sus operaciones de manufactura y distribución para esta región podría tener un efecto catalizador similar al que tuvo a mediados de los 80s su instalación en Irlanda (Coe, 1999). Las ventas del sector alcanzaron los US\$ 1.660 en el año 1997, de los cuales casi el 30% fueron exportaciones. Entre los factores favorables para el desenvolvimiento del sector se destaca la disponibilidad de mano de obra altamente calificada y de una infraestructura informática y de telecomunicaciones muy desarrollada que le permite ganar competitividad en términos de costos a pesar de tener los salarios más elevados de la región.

China es otro país que ha avanzado fuertemente en este sector, el cual comenzó a desarrollarse a mediados de los años 1980. Se estima que hay 2000 firmas operando en SSI con una facturación del orden de los U\$S 3000 millones (cuadro 3). El gobierno ha jugado un papel activo en la promoción de esta industria. Hacia fines de los años 1990 el Ministerio de Ciencia y Tecnología estableció ocho parques industriales de software, que se suman a varios otros creados por iniciativa del Ministerio de la Industria de la Información. De todos modos, se señalan algunas desventajas que presenta este sector para su desenvolvimiento, incluyendo escasez de financiamiento de riesgo, falta de efectiva protección de los derechos de propiedad intelectual y la desventaja frente a la competencia de países como la India en donde el dominio del idioma inglés está más difundido (Zhang, 2000).

El sector de software brasileño comprende alrededor de 2.500 empresas que facturan unos U\$S 8.000 millones en concepto de productos de software y servicios relacionados (cuadro 3). Las

firmas pequeñas dominan el mercado; sin embargo, algunos grandes productores locales lograron una posición destacada en determinados segmentos o nichos. Datasul, de Santa Catarina, es la mayor firma de software local con una facturación estimada en U\$S 70 millones en 1998. A pesar de contar con el mayor mercado de software de América Latina (concentrando más de la tercera parte de las ventas totales en la región), pocas firmas brasileñas lograron una inserción exitosa en el mercado mundial. Así, el monto total exportado apenas alcanzó los U\$S 40 millones en 1998.

El caso de Costa Rica es también interesante. Allí ya existen 150 empresas de software que están exportando alrededor de U\$S 50 millones (cuadro 3). La instalación de Intel en 1998, si bien pensada para ensamblar semiconductores, contribuyó a la imagen de Costa Rica como país productor en el área de TI. En 2000 Intel agregó a su planta un laboratorio de producción de software y en febrero de 2001 adquirió una de las más importantes empresas costarricenses exportadoras de software, confirmando el potencial del país en este sector.

La industria de software uruguaya, por su parte, ha tenido un desempeño destacado durante la última década. Así, en 1989 este sector facturaba alrededor de U\$S 8 millones (Stolovich *et al*, 2001), mientras que una década después sus ventas habían trepado a U\$S 180 millones. Más llamativo aún ha sido el crecimiento de las exportaciones, que durante el mismo período pasaron de U\$S 250.000 a U\$S 60 millones, superando a otros países de la región incluyendo Brasil y Argentina. La expansión ha sido liderada por un grupo de unas 15 empresas locales que lograron insertarse exitosamente en el mercado internacional. Entre ellas se destacan Artech, cuyo software Genexus genera U\$S 10 millones anuales sólo en concepto de derechos de autor, y la innovadora Ideasoftware, que cuenta con una amplia red de distribuidores internacionales y socios a través de la cual busca posicionarse en los mercados más exigentes. En el rubro de servicios se destaca Quanam, empresa que logró insertarse exitosamente en el mercado argentino ofreciendo consultoría e implementación de tecnologías de la firma Peoplesoft -uno de los principales proveedores internacionales de productos empresariales-.

Finalmente, a diferencia de los casos anteriores, donde las exportaciones de software experimentaron un crecimiento más o menos sostenido a lo largo de la última década, en Chile las exportaciones de software sufrieron un abrupto deterioro. Así, mientras que en la primera mitad de los años 1990 las exportaciones alcanzaron un pico de 40 millones de dólares, hoy no superan la barrera de los U\$S 10 millones (Computerworld Chile, 1999). Según la opinión de los especialistas, el no haber sabido aprovechar el crecimiento explosivo de Internet y no haber adoptado metodologías y procedimientos rigurosos basados en estándares internacionales de calidad podrían haber sido factores que precipitaron la caída de las exportaciones chilenas.

De la diversidad de las experiencias de los países de “ingreso tardío” al sector de SSI, surge que existen diversas estrategias alternativas de inserción, las cuales pueden diferir, por ejemplo, en términos de la mayor o menor orientación a los mercados de exportación, del énfasis en la venta de productos o servicios, del rol que juegan las firmas locales vis a vis las empresas multinacionales, entre otros factores.

En lo que hace a las estrategias “exportadoras”, en la práctica, las exportaciones de SSI de los países en desarrollo (que habrían llegado a alrededor de U\$S 3.000 millones en 1998/99) se han

basado mucho más en servicios que en productos (esto es notorio en casos como India, Filipinas o Rusia); entre los casos de ingreso “tardío” al sector, sólo Irlanda o Israel –que no pueden considerarse como países en desarrollo- han hecho avances significativos en la exportación de productos. Singapur, por su parte, estaría dando sus primeros pasos en torno a esta estrategia.

A su vez, dentro de la estrategia de exportación de servicios se pueden distinguir, siguiendo a Correa (1996), tres variantes: i) desarrollo de software a medida de acuerdo con las especificaciones de los usuarios; ii) desarrollo de software en el marco de relaciones de subcontratación; iii) establecimiento de unidades de desarrollo de software en la forma de *joint ventures* con firmas extranjeras.

Buena parte de las exportaciones de servicios son de tipo “*body shopping*” (es habitual que los programadores hindúes, por ejemplo, viajen directamente al país del cliente para realizar las tareas necesarias y luego retornen a su país de origen); en otras ocasiones, las firmas de los países en desarrollo directamente se instalan en los Estados Unidos y emplean allí programadores de sus países de origen. Asimismo, el tipo de trabajos que se hace en los países en desarrollo corresponde mayormente a operaciones de bajo nivel de complejidad (en el caso del *body shopping* esto es particularmente claro, ya que si bien se gana experiencia y conocimiento de los mercados extranjeros y sobre el manejo de proyectos de software, las tareas involucradas son esencialmente de programación y no hay un proceso importante de aprendizaje en materia de diseño de software –Correa, 1996-).

En cualquier caso, las estrategias orientadas a la exportación pueden encontrar una serie de obstáculos, a saber: i) debilidad de la infraestructura física y de comunicaciones; ii) incertidumbre sobre las capacidades y confiabilidad de las firmas y trabajadores de los países en desarrollo; iii) el tamaño reducido de los mercados internos dificulta el desarrollo de productos innovadores para mercados externos; iv) las firmas son generalmente de tamaño pequeño y carecen de mecanismos de financiamiento de riesgo para financiar su expansión internacional; v) poca difusión de estándares de calidad en el mercado doméstico del tipo de los requeridos en los mercados más desarrollados; vi) limitadas capacidades de marketing y falta de conocimiento sobre canales de comercialización, requerimientos de los usuarios, etc.; vii) barreras de lenguaje (Correa, 1996; Heeks, 1999a; Perazzo *et al*, 1999).

Es este tipo de dificultades el que lleva a muchas firmas de los países en desarrollo a instalarse directamente en los Estados Unidos, el principal mercado consumidor del mundo como vimos antes, para tener un mejor acceso tanto al mercado como al financiamiento. Es importante aclarar que este tipo de movimientos no es patrimonio de firmas de países en desarrollo; la exitosa empresa alemana Intershop, que desarrolla aplicaciones para comercio electrónico, gastó en 1996 más de un año de sus ingresos anuales totales para instalarse en los Estados Unidos, donde localizó su casa matriz. Como resultado, sus ventas aumentaron 130% en tres años (McKinsey, 2000).

En tanto, si bien los costos laborales bajos pueden ser un elemento de competitividad en algunos segmentos de servicios y desarrollos “a medida”, no lo es en software empaquetado. Asimismo, tal como señalan Banerjee y Duflo (2000) para el caso de la India, si las firmas

locales no cuentan con una reputación adecuada, no pueden tener acceso a contratos importantes por parte de firmas ubicadas en países desarrollados, aún cuando tengan claras ventajas en materia de costos laborales.

Heeks (1999a) alerta sobre otros costos de la estrategia de exportación de servicios: i) la emigración de los trabajadores hacia los países desarrollados (India pierde anualmente 15% de su fuerza de trabajo en software, la cual emigra principalmente a los Estados Unidos); ii) de los U\$S 3000 millones de exportaciones antes mencionados, una parte importante se dirige a pagar los viajes y las estadías de los programadores e ingenieros en los países desarrollados, con lo cual los ingresos netos para los países en desarrollo resultan menores a esa cifra.

De todos modos, estos argumentos no suponen que resulta imposible o poco deseable, siempre siguiendo a Heeks, que los países en desarrollo se embarquen en estrategias *export-oriented*, sino que simplemente ponen en evidencia un conjunto de factores que pueden obstaculizarlas a la vez que dan un primer paso hacia la dirección de distinguir las diferentes maneras de insertarse en los mercados externos –y las diferentes consecuencias que de ellas se derivan-.

De hecho, también existen problemas para fundar una estrategia de ingreso al sector de SSI en base a una orientación mercado-internista, en particular cuando se trata de actividades de desarrollo de productos. Como se decía anteriormente, los altos costos fijos de desarrollo asociados a la elaboración de productos de software requieren de un mercado suficientemente grande como para aprovechar las economías de escala características del sector. Las altas tasas de piratería (que tienden a reducir aún más el tamaño del mercado local) y las ventajas de las firmas extranjeras en términos de costos, calidad y posicionamiento dificultan el ingreso de competidores locales. Además, se observa en estos países una preferencia por los productos extranjeros que en muchos casos es independiente de la calidad, precio y funcionalidad de los productos ofrecidos y que tiende a consolidar las barreras a la entrada para las firmas locales (Heeks, 1999a).

En este contexto, resulta lógico encontrar que la mayoría de las firmas de software en los países en desarrollo operan en la franja de servicios y desarrollos a medida orientados al mercado doméstico. Si bien esta podría ser una base para lanzarse al mercado de exportación, una vez adquiridas las capacidades técnicas, gerenciales, de *marketing*, etc. en el medio local, en general los mercados de los países en desarrollo son pequeños y las demandas de los usuarios están lejos, desde el punto de vista técnico, de la frontera internacional, como para sustentar un proceso de aprendizaje significativo por parte de los proveedores locales, por lo cual se puede considerar que este tipo de posicionamiento es esencialmente una estrategia de supervivencia más que de expansión.

En este contexto, Heeks (1999a) encuentra que el tipo de inserción más promisorio consiste en adoptar una estrategia combinada apoyada tanto en el mercado doméstico como en el externo, y complementando la venta de productos y servicios. En muchas ocasiones estas estrategias se apoyan en nichos de mercado específicos, sean de tipo vertical (salud, seguros, bancos, minería, hotelería), horizontal (aplicativos o utilitarios diversos) o lingüístico (español, chino, etc.). Las experiencias de algunas firmas chilenas ejemplifican esta variante. En este caso, se

comenzaría proveyendo a clientes domésticos de algún tipo de software a medida adaptado a las necesidades locales, para luego crear una especie de “semi-paquete”, que puede ser luego “customizado” para aprovechar nuevas oportunidades tanto en el mercado interno como en otros mercados de América Latina o incluso en otras regiones. Algunas firmas de Israel e India han adoptado otras modalidades de esta estrategia, comenzando con productos desarrollados originalmente para el mercado interno que luego son exportados. Si bien las grandes firmas internacionales han comenzado a interesarse también por estos nichos de mercado, el conocimiento y contactos con el medio local todavía garantizan ciertas ventajas para los productores domésticos de SSI en estas áreas. El avance en este tipo de estrategias depende no sólo de la existencia de capacidades de *entrepreneurship* necesarias para identificar oportunidades de mercado, así como de clientes locales exigentes –de modo de favorecer un proceso de aprendizaje en los productores-, sino también de un perfil de *skills* que no siempre está disponible en los países en desarrollo (donde el grueso de la fuerza de trabajo que actúa en el sector consiste en programadores), disponibilidad de financiamiento, etc.

A partir de lo dicho hasta el momento, podríamos pensar que la industria de software en los países en desarrollo tendería a caracterizarse por: i) un mayor peso del sector de servicios en relación al de productos, quedando este último dominado por un puñado de grandes firmas extranjeras; ii) dentro del sector de productos, mayor desarrollo de aquellos nichos que gozan de cierto grado de “protección natural” que puede estar dada por el idioma (por ejemplo en los países asiáticos o en Europa Oriental), por algunas especificidades de la legislación local o por el conocimiento de algunos “nichos” de mercado; iii) hasta el momento, los avances de las grandes firmas de los países desarrollados hacia la internacionalización de su producción se han limitado esencialmente a localizar en los países en desarrollo las tareas rutinarias y de menor valor agregado (codificación y depuración; traducción; etc.) aprovechando las ventajas de esos países en términos de costos laborales, aunque condicionados al cumplimiento de ciertos requisitos en términos de confiabilidad, calidad, etc. de los contratistas locales. Esto último ocurre incluso en el caso de Irlanda, donde la mayor parte de las empresas extranjeras instaladas llevan a cabo actividades de localización, distribución y soporte de productos, pero son pocas las que realizan esfuerzos significativos en materia de desarrollo.

¿Cuáles serían los componentes clave para una estrategia exitosa de avance en el sector de SSI? En relación con este tema, primero es necesario hacer una salvedad, considerando que se trata de un sector joven y sujeto a un fuerte ritmo de cambio tecnológico, que aún está lejos de haber definido su configuración en términos de patrones de oferta y mercados. De todos modos, tomando el escenario presente y siguiendo a Heeks (1999a), es posible señalar que dichos componentes involucrarían tanto aspectos de estrategias y capacidades empresariales como otros de política pública. En el primer grupo tendríamos: i) identificación de segmentos de mercado con potencialidades de crecimiento; ii) capacidad de competir vía costos o servicios innovativos; iii) buen *marketing*; iv) acceso a capital de riesgo y de trabajo; v) disponibilidad de

skills en programación, análisis y *management*; vi) mecanismos de *networking* con otras firmas de software y con clientes, inversores, etc. tanto del país como del exterior²⁸.

En cuanto a políticas públicas, los elementos a tomar en cuenta serían: i) facilitar el financiamiento (exenciones impositivas, subsidios para marketing, *venture capital*, etc.); ii) inversiones en educación y entrenamiento; iii) subsidios para I&D; iv) infraestructura de telecomunicaciones; v) utilización de la capacidad de compra del Estado para impulsar el uso de estándares de calidad en las firmas locales; vi) garantizar los derechos de propiedad intelectual.

Con relación a este último punto, se podría pensar que en cierta medida la “piratería” puede facilitar la difusión de la base local de TI, y promover el aprendizaje vía “ingeniería reversa”, por ejemplo. Sin embargo, la maduración de una industria local de software requiere como complemento el fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual, y mucho más si la estrategia de desarrollo se basa o incluye la atracción de grandes firmas multinacionales.

En este sentido, cabe introducir algunas reflexiones respecto de cómo influyen los temas de propiedad intelectual sobre las posibilidades de los países en desarrollo para avanzar en el sector de SSI. En la medida en que el grueso de los productores en dichos países realiza desarrollos a medida o brinda diversos tipos de servicios informáticos, el hecho de que los productos de software estén protegidos por derechos de autor o patentes no afecta demasiado su operatoria. Sin embargo, evidentemente se plantea la incertidumbre respecto de si una demasiado fuerte protección, que impida por ejemplo la realización de actividades de ingeniería reversa, no podría contribuir a fortalecer las barreras a la entrada que ya existen para penetrar en el mercado de software empaquetado para los países en desarrollo (incertidumbre que incluso, como vimos antes, también se plantea en los propios países desarrollados).

El otro tema importante aquí es el del software propietario versus el de tipo *open source*. Si por un lado, la generación de software basada en programas de tipo *open source* podría abrir más espacio para generar desarrollos innovativos (y podría abaratar dichos procesos), también hay que contemplar la cuestión del mercado al cual se pretende atender. Como señala Correa (1996), existen diferentes lenguajes y arquitecturas a disposición de los productores de software, cada uno con distintas ventajas y desventajas, tanto técnicas como comerciales.

²⁸. Heeks apunta que la emigración de personal hacia los países desarrollados, si bien tiene un obvio aspecto negativo, también puede generar ventajas en materia de acceso a redes y contactos en los mercados más importantes.

Anexo I: La industria del software. Una breve perspectiva histórica

a) El surgimiento de la industria del software: la era de los servicios profesionales

El software es una industria relativamente nueva. Siguiendo a Hoch *et al* (1999), su origen puede situarse en 1955, fecha en la cual se funda CUC (Computer Usage Company), la primera empresa de software independiente. Hasta mediados de los años 1950 los programas de computación eran elaborados y distribuidos gratuitamente por los fabricantes de hardware, o bien se gestaban en las divisiones especializadas de los principales usuarios, quienes, en ocasiones, podían elaborar hasta el sistema operativo que pone en funcionamiento las computadoras. Los grupos de usuarios (por ejemplo, la asociación SHARE de usuarios de IBM, o USE para los usuarios de Univac) a su vez facilitaban el intercambio gratuito de programas e información.

Sin embargo, a medida que crecían las ventas de computadoras comenzaba a haber una demanda insatisfecha entre los usuarios pequeños y medianos que no contaban con recursos o capacidades tecnológicas para producir software internamente. Empresas como CUC y otras que seguirían una trayectoria similar aparecieron en la segunda mitad de los años 1950 y comienzos de los 1960 para cubrir estos requerimientos, dando inicio a lo que Hoch *et al* han definido como la “era de los servicios profesionales”. Estas firmas hacían desarrollos a medida altamente específicos y adaptados a las necesidades de cada cliente. Otras veces se desempeñaban como subcontratistas de fabricantes de computadoras o de grandes usuarios (tanto del gobierno como del sector privado) que tercerizaban parte de sus actividades de desarrollo.

En cualquiera de los dos casos, las barreras a la entrada eran limitadas: CUC se creó con un capital de U\$S 40.000. Los fundadores habían adquirido sus conocimientos trabajando en la división de programación científica de IBM. Si bien hacia mediados de los años 1960 había en Estados Unidos entre 40 y 50 grandes contratistas, de los cuales algunos empleaban más de 100 programadores y facturaban entre U\$S 10 y U\$S 100 millones, se estimaba que había cerca de 2800 firmas en el sector. Lo que se requería para ingresar eran ciertas capacidades básicas de programación, conocimientos acerca del área de aplicación y un cliente (Campbell-Kelly, 1995).

En cambio, el desarrollo de proyectos a gran escala tenía elevadas barreras a la entrada tecnológicas y financieras para los *new comers*. Estos requerimientos eran cubiertos por los mismos fabricantes de computadoras y usuarios, quienes crearon divisiones especializadas que en ocasiones dieron lugar a nuevas empresas o *spin-offs*²⁹. IBM se convirtió en uno de los principales contratistas luego de desarrollar con American Airlines el sistema de reservas áreas SABRE, que fue uno de los mayores proyectos civiles de la época en materia de software. Otros fabricantes como Univac, NCR, y Burroughs incursionaron también en este negocio

²⁹. Tal es el caso de la firma SDC (System Development Corporation), fundada en 1956 a partir de un desprendimiento de RAND Corporation cuando esta última fue contratada para desarrollar el software del proyecto SAGE (ver más adelante).

especializándose en nichos vinculados a su dominio. Aún el día de hoy, empresas como IBM siguen ocupando un lugar destacado entre los grandes contratistas de software.

Fue particularmente importante durante esta primera etapa el papel jugado por el Departamento de Defensa de EEUU, que trabajando en estrecha colaboración con los laboratorios de las universidades ofreció oportunidades de aprendizaje a los primeros *entrepreneurs* y sentó las bases para el posterior liderazgo estadounidense en la industria. Un claro ejemplo en este sentido es el proyecto SAGE (*semi-automatic ground environment*) llevado a cabo entre 1949 y 1962 por iniciativa de la fuerza aérea de EEUU y con la participación del laboratorio Lincoln del MIT. En un momento en el cual el número total de programadores en EEUU era estimado en 1200, el proyecto SAGE empleaba un equipo de 700 (Campbell-Kelly, 1995).

b) Los primeros productos de software: el papel de los pioneros de la década de 1960

El segundo “hito” en la industria del software tiene lugar en 1964 cuando ADR (una pequeña firma creada en 1959 por un grupo de programadores) decide comercializar de manera independiente un programa hecho por encargo del fabricante de computadoras RCA Corp, que finalmente había desistido del proyecto. Compitiendo en forma directa con IBM, que ofrecía un programa similar en forma gratuita junto con su hardware, ADR consiguió vender 2.000 licencias de su programa Autoflow. Con esta estrategia, se convirtió en la primera empresa que tuvo como eje central de su negocio el desarrollo y la comercialización de un “producto” de software.

Si bien varias firmas siguieron el modelo de ADR durante la segunda mitad de los años 1960, la industria de productos de software estaba aún en su infancia. En 1967, sólo 47 programas aparecían listados en la Software Newsletter de International Computer Programs. Y hacia 1970, las ventas de productos eran de U\$S 70 millones en comparación con los U\$S 670 millones que representaba la contratación de servicios (Campbell-Kelly, 1995).

Por otra parte, los fabricantes de hardware y los usuarios seguían siendo los principales proveedores de software, al tiempo que se establecía entre ambos una suerte de división del trabajo. La creciente complejidad de las aplicaciones y el ritmo acelerado del cambio tecnológico hacía cada vez más difícil para los usuarios hacer sus propios sistemas operativos, con lo cual esta tarea quedó en manos de los fabricantes de hardware, quienes los proveían también de herramientas de desarrollo.

Cabe señalar que por aquella época las herramientas de las que disponían los programadores eran mucho más limitadas que en la actualidad. Hasta mediados de los años 1950 los programas se escribían en lenguaje ensamblador (Assembler), el cual proveía un conjunto de instrucciones básicas (ADD, SUBS, etc.) que debían ser traducidas a lenguaje de máquina (código binario) por los compiladores.

Un avance importante durante este período fue el progresivo desarrollo de lenguajes de alto nivel que reemplazaron progresivamente a los ensambladores. Un lenguaje de alto nivel ofrece a los programadores una sintaxis más natural y un vocabulario más cercano al ambiente de las aplicaciones que el reducido conjunto de instrucciones del ensamblador. El lenguaje Fortran desarrollado por IBM (1954-1957), y la aparición de otros lenguajes de alto nivel como el Cobol o

el RPG a principios de los años 1960 redujeron los costos del desarrollo *in house*, demorando el traspaso hacia los proveedores especializados (Steinmueller, 1996). Los fabricantes de hardware por su parte tenían incentivos a proporcionar dichas herramientas, pues esto generaba un efecto *lock in* ya que los programas con ellos desarrollados no eran “portables” (no podían ejecutarse en computadoras de otros fabricantes).

c) La era de las soluciones empresariales y el crecimiento de la industria de productos de software

Una conjunción de factores contribuyó a la consolidación de la industria de productos de software a lo largo de la década de 1970: i) la mejora en las capacidades de procesamiento de las computadoras (aparición de los circuitos integrados en 1964 y 1965 y del primer microprocesador de Intel en 1971, lo cual redujo el tamaño de las computadoras y mejoró su relación precio/performance); ii) la mayor complejidad de las aplicaciones, resultado de la llamada “crisis del software”³⁰ en 1967-68, la cual fundó las bases para el surgimiento de una nueva disciplina: la ingeniería de software; iii) la aparición de la serie IBM/360, la primera “familia” de computadoras que podía usar software y periféricos intercambiables, y que al poco tiempo se convirtió en un estándar *de facto* en la industria; iv) la decisión de IBM en 1969 de vender separadamente el software y el hardware que producía (ya fuera por presiones de organismos antitrust o por estrategia comercial, tema que no está aclarado del todo), y que luego fue imitada por los otros fabricantes de computadoras.

Se inició entonces la “tercera era” en la historia del software vinculada al segmento que anteriormente hemos definido como “soluciones empresariales”. Los primeros protagonistas de esta etapa fueron las firmas subcontratistas y proveedoras de servicios de los años 1950 y 1960, que a través de diversas estrategias intentaron incursionar en el negocio de productos de software. Sin embargo, no todas lograron hacer una transición exitosa, y muchas de ellas atravesaron problemas financieros que culminaron en quiebras (como CUC, que enfrentó pérdidas durante la segunda mitad de los años 1970 para ir a la bancarota en 1986) o en fusiones y adquisiciones (es el caso de SDC, que en 1979 fue adquirida por Burroughs Corporation).

Por otra parte, durante este período aparece un número de *start ups* exitosos vinculados al mercado de bases de datos y a lo que hoy conocemos como Enterprise Resources Planning (ERP). SAP, uno de los pioneros que lidera en la actualidad este último segmento, se funda en 1972 en Alemania con la idea de desarrollar un software estandarizado que pudiera controlar las distintas fases del proceso de negocios, desde el planeamiento de recursos humanos a la administración de la planta, pasando por la logística y el manejo de inventarios. Más adelante, empresas como Oracle (1977) y Baan (1978) entrarían también en este negocio. Los ERPs son en la actualidad el producto “estrella” en el mercado de soluciones empresariales. Pero hay otros productos que también forman parte de este segmento: software para el manejo de *supply chain*, herramientas de soporte para la toma de decisiones, *call centers*, etc.

³⁰. Dicha crisis se originó a partir de la evidencia de que los errores y los costos asociados al desarrollo de software tendían a crecer exponencialmente con el tamaño del proyecto (Campbell-Kelly, 1995).

Paralelamente al crecimiento del mercado de soluciones empresariales, se inicia en este período en los laboratorios Bell (que luego de la separación de las *Baby Bells* pasarían a formar parte de AT&T) el desarrollo de UNIX, un sistema operativo multiusuario y multitarea que durante los años 1980 competiría en el mercado corporativo y de grandes usuarios y en los años 1990, en su vertiente Linux, aparecería como alternativa para el segmento de computadoras personales. Orientado en un principio hacia aplicaciones científicas y de ingeniería, el sistema UNIX se vuelca hacia el mercado corporativo a mediados de los años 1970 cuando AT&T decide entregar el sistema, a cambio de un valor nominal, a las instituciones educativas. Es así como diversos fabricantes de hardware y de software (IBM y HP en el primer grupo y la firma SCO en el segundo) comienzan a desarrollar sus propias versiones de UNIX, sentando las bases para la expansión de dicho sistema a lo largo de la década de 1980.

d) El desarrollo de productos para el mercado masivo durante los años 1980

Hacia fines de los años 1970, empieza a percibirse un nuevo mercado potencial vinculado al surgimiento de las computadoras personales, que dio lugar al desarrollo de software para el mercado masivo. La primera aplicación de este tipo, citada como referencia por todos los historiadores de la industria del software, es la planilla de cálculo VisiCalc lanzada en 1979 para la computadora Apple. Pero el empujón principal lo da IBM en 1981 cuando encarga a Microsoft el desarrollo de un sistema operativo para su nueva línea de computadoras personales. Microsoft compra el sistema operativo a una pequeña firma llamada Seattle Computer Products por U\$S 50.000, lo adapta, y desarrolla el sistema operativo DOS dando inicio a la “cuarta era” (Hoch *et al*, 1999) en la industria del software.

El surgimiento de una plataforma estándar para computadoras personales (PC IBM corriendo el MS-DOS de Microsoft) dio lugar a importantes economías de escala en la producción de productos empaquetados de mercado masivo. La variedad de aplicaciones requeridas por un número creciente de computadoras reforzó la especialización de los productores de software independientes, creando nuevas oportunidades y una mayor división del trabajo entre productores de software (Torrise, 1998).

El crecimiento de empresas como Lotus, Microsoft, WordPerfect y Novell durante este período fue fomentado por la “portabilidad” de sus productos sobre la gran base instalada de diferentes productores (IBM y fabricantes de computadoras compatibles como Compaq, Hewlett-Packard, etc.), que hacia 1986 rondaba las 650.000 unidades (OECD, 1985). La presencia de externalidades de red, que alentaban a los usuarios a adquirir productos compatibles con las plataformas de hardware y los sistemas operativos más difundidos, contribuyó a la consolidación de diseños dominantes. En este mercado, los productores de software especializados tenían ventajas comparativas en relación a usuarios y fabricantes de hardware.

Las bajas barreras a la entrada en la primera etapa del desarrollo del mercado de computadoras personales (1975-1981) fomentaron la aparición de numerosos *start ups*. Las capacidades adquiridas por las grandes firmas que operaban en ese momento proporcionando software para *mainframes* y minicomputadoras no eran tan relevantes en el mercado de computadoras personales, donde se requerían más dosis de creatividad y *entrepreneurship*, y menos conocimientos avanzados en ingeniería de software. La segunda fase de esta era (1982 en

adelante) es un período de consolidación en el cual unas pocas firmas se afirman como líderes en sus respectivas categorías debido a sus mayores capacidades de comercialización y al establecimiento de estándares tecnológicos de facto.

Anexo II: Un breve análisis de algunas experiencias nacionales de penetración “tardía” en el sector de software y servicios informáticos

a) India

Si bien el despegue de la India como productor de software es un fenómeno relativamente reciente, ya a principios de la década de 1970 el gobierno hindú había iniciado un programa de promoción del sector. La primera medida adoptada por el Departamento de Electrónica consistió en la promulgación de un decreto que permitía la importación de hardware destinado a la producción de software para exportación, siendo que en ese entonces dichas importaciones estaban sometidas a rígidos controles. El único requisito establecido por el programa era que durante los cinco años iniciales de operaciones en la India el equipo importado debía generar exportaciones de software por un monto equivalente al 200% de su valor CIF.

La primera en incorporarse a este régimen fue Tata Consultancy Services (TCS), empresa perteneciente a Tata Group, uno de los principales grupos económicos de la India, que opera en las industrias del acero, energía, cemento, automotriz, hotelera e ingeniería³¹. Es así como en 1974 se registran las primeras exportaciones de software hindúes.

El programa sufrió sucesivas modificaciones en 1976 y 1981. Con el fin de fomentar la repatriación de capitales, se autorizó a los ciudadanos hindúes residentes en el extranjero a importar bienes de capital para producir en la India software orientado a la exportación. Posteriormente se elevaron los requisitos de exportación para poder importar hardware y se establecieron controles más rígidos para dichas operaciones. En 1981 se creó además dentro del Consejo de Promoción de Exportaciones de Ingeniería (EEPC) un departamento destinado a planificar esta actividad.

Como resultado de estas iniciativas, las exportaciones de software pasaron de US\$ 0,7 millones a US\$ 30 millones entre 1975 y 1985. Si bien en términos cuantitativos los logros fueron bastante modestos, lo más destacable de dicha política fue el haber dado impulso a una actividad hasta ese momento inexistente y que en el futuro traería importantes beneficios para la economía hindú.

A mediados de la década de 1980 la política informática de la India inició un proceso de progresiva flexibilización, dentro de un contexto económico más abierto al capital y a la tecnologías extranjeras. En 1986 el gobierno anunció nuevas medidas que tenían por objetivo no sólo acelerar el crecimiento de las exportaciones de software sino también fomentar el desarrollo del mercado local. Se produjo así la primera modificación importante del programa iniciado a principios de la década de 1970.

³¹ TCS es actualmente una de las principales firmas de TI de la India, con una facturación anual de US\$ 489 millones en 1999-2000 y un staff de 14.000 consultores. Recientemente, fue elegida por Microsoft para desarrollar en forma conjunta un nuevo producto dentro de la plataforma de última generación .Net.

En el marco de esta nueva política se eliminaron las restricciones para la importación de software estableciendo un arancel uniforme del 60%, y se elevaron los requisitos de exportación para importar hardware. La nueva legislación contemplaba la creación de instrumentos de financiamiento para esta actividad administrados por el EXIM Bank, y el establecimiento de instituciones y centros educativos. Además, se permitía hasta un 40% de participación extranjera en empresas dedicadas al desarrollo de software para el mercado interno, y un 100% de participación en el caso de proyectos destinados íntegramente a la exportación.

Texas Instruments fue la primera empresa extranjera en instalar un centro de desarrollo de software de soporte para sus productos de hardware en la India, aprovechando la disponibilidad de personal calificado de habla inglesa y a un costo relativamente bajo. El gobierno, por su parte, le otorgó el permiso para instalar una estación terrestre privada que permitía a los programadores comunicarse a través de enlaces satelitales con otros centros de operaciones (Schware, 1992). Hacia fines de los 80s, Hewlett-Packard y Digital Equipment habían seguido el ejemplo de Texas e instalado centros de desarrollo en la localidad de Bangalore, que ya comenzaba a perfilarse como un centro de alta tecnología en materia informática.

La llegada de las empresas extranjeras puso de relieve la gran demanda de capacidades de desarrollo de software en EEUU. Esto llevó a la proliferación de firmas locales cuyo principal objetivo era exportar servicios de software al mercado norteamericano. Muchas de estas firmas comenzaron ofreciendo servicios *on site*, esto es, a través de contratos temporarios mediante los cuales un equipo de programadores provisto por la firma hindú realiza tareas de desarrollo y mantenimiento en la oficina del cliente (*body shopping*).

Según Arora *et al* (1999), los ingresos al sector fueron de dos tipos: i) firmas preexistentes que se diversificaron hacia el desarrollo de software; ii) nuevas firmas creadas con este propósito. El primer grupo incluye empresas de hardware como HCL y Wipro, otras que proporcionaban servicios de procesamiento e integración de sistemas como Larsen&Tubro (LTITL), y también divisiones de grandes grupos industriales que luego se independizaron (BFL, Sonata, Satyam y Birla Horizon). En el segundo grupo se encuentran varios *start ups* como PCS, Datamatics, Infosys y Silverline, que a su vez generaron nuevos *spin offs*. Las bajas barreras de entrada y el escaso riesgo asociado al *body shopping* contribuyeron a la proliferación de un gran número de firmas pequeñas y medianas, si bien el grueso de la producción y de las exportaciones se mantuvo concentrado en un grupo reducido de firmas grandes. Así, según estimaciones de Nasscom (2001a), actualmente más de la mitad de las exportaciones totales está en manos de los 20 mayores exportadores.

Durante la década de 1990 se produjo un relajamiento de las restricciones a las importaciones de hardware y software, al mismo tiempo que se fomentaron las inversiones extranjeras y se permitió la importación de tecnología desincorporada. Para incentivar la instalación de empresas 100% exportadoras se crearon parques tecnológicos de software (STPs) donde, además de permitirse la importación de equipos libre de impuestos contra la aceptación de requisitos de desempeño exportador, se proveían enlaces de comunicaciones de gran ancho de banda y otras facilidades en materia de infraestructura. Hacia mediados de los 90s, casi todas las principales empresas de TICs tenían subsidiarias en India, y un número importante había instalado allí centros de desarrollo *offshore*.

También hubo avances considerables en los 90s en materia de propiedad intelectual. En 1994 se modificó la ley de Copyright con el propósito de determinar los derechos de titulares y usuarios del software. En particular, se establecía que era ilegal hacer o distribuir copias de software sin licencia o autorización, contemplando hasta 3 años de cárcel entre los castigos más severos. Hasta ese momento, la elevada tasa de piratería había frustrado los intentos de empresas como Wipro Systems y Sonata por desarrollar productos locales, en la medida en que éstos debían competir con las copias ilegales de las aplicaciones más populares. Los cambios en la legislación y las campañas impulsadas por organismos oficiales y empresariales permitieron reducir la tasa de piratería del 89% al 59% entre 1993 y 1999 (Nasscom, 2001b). Sin embargo, esto no parece haber dado un impulso significativo al desarrollo de productos locales, quedando dicho mercado abastecido principalmente por aplicaciones extranjeras.

En este contexto propicio, la industria de software hindú creció a una tasa anual de 56,5% entre 1995 y 2000. El crecimiento de las exportaciones fue del 62,3% anual, mientras que las ventas al mercado interno crecieron a un ritmo del 47%. Así, el monto total exportado (tanto productos como servicios) alcanzó los US\$ 4.000 en el 2000. A diciembre de ese año, el sector empleaba un total de 410.000 personas.

Durante la década de 1990 se produjo además un cambio significativo en la composición de las exportaciones. En 1988 el trabajo *on site* (*body shopping*) representaba el 90% de las exportaciones, mientras que diez años después, si bien seguía siendo la actividad principal, su participación se había reducido al 58%. El resto se repartía entre servicios de desarrollo *offshore* (34%), esto es, llevados a cabo en la India, y exportaciones de productos (8%)³². Este cambio se vincula a la creciente percepción por parte de los empresarios hindúes de que el *body shopping* no es una actividad sostenible. Así, las firmas con mayores capacidades técnicas y recursos humanos comenzaron a utilizar sus contactos y la reputación lograda para encarar proyectos de mayor complejidad.

En línea con esta estrategia se expandió notablemente la adopción de normas de calidad, al punto que actualmente India es uno de los países con mayor cantidad de certificaciones en materia de software. En abril de 2000, 210 firmas hindúes habían obtenido certificaciones ISO 9000 o CMM, y se estimaba que habrían 70 firmas adicionales hacia fines de ese año (Heeks *et al*, 2000). Asimismo, de las 52 certificaciones CMM Nivel 5 registradas por el SEI a mayo de 2001, 25 correspondían a unidades localizadas en la India.

Fueron principalmente las firmas grandes quienes pudieron pasar del *body shopping* a la ejecución de proyectos *offshore* (de distinto tamaño y grado de complejidad) e incluso al desarrollo de productos. Las PyMEs, en cambio, siguen concentradas en la provisión de servicios *on site*. Lateef (1995) vincula este hecho al escaso desarrollo de *backward linkages* que podrían haber abierto nuevas oportunidades para las firmas de menor tamaño. La resistencia a establecer vínculos de cooperación y subcontratar parte de las actividades de desarrollo se explicaría por la intensa competencia imperante en el sector, que hace que las firmas teman perder clientes en manos de un proveedor más barato. Al mismo tiempo, tienden a

³² La composición de las exportaciones se basa en una clasificación distinta a la utilizada en la sección 2.b.

restringir sus vínculos de subcontratación para protegerse de eventuales actos de piratería por parte de sus competidores.

En este contexto, se ha señalado que la sustentabilidad y futura expansión de la industria de SSI en la India dependerá del fortalecimiento de sus capacidades innovativas, habiendo razones para pensar que, en función de cómo se ha insertado hasta ahora en los mercados mundiales, dicha industria pueda estar “atrapada” en una trayectoria de baja intensidad innovativa, de la cual puede resultarle difícil escapar (D’Costa, 2000).

b) Irlanda

En el caso de Irlanda, el sector de software y servicios informáticos cobró impulso durante la década de 1980 en el marco de una política de “industrialización por invitación” (Tallon y Kraemer, 1999) donde se trató de canalizar flujos de IED hacia industrias de alta tecnología (que incluyen tanto SSI como hardware y telecomunicaciones) a través de incentivos fiscales y financieros. La contribución principal del Estado fue, entonces, crear un conjunto de ventajas de localización que, sumadas a las “ventajas naturales” (en particular la abundante disponibilidad de mano de obra calificada y de habla inglesa a un costo relativamente más bajo que en otros países desarrollados) hicieron altamente atractiva para las empresas extranjeras la opción de instalar en Irlanda centros de manufactura y distribución primero para Europa y luego para otras regiones fuera de EEUU.

La estrategia de “industrialización por invitación” se remonta a principios de la década de 1970. En ese entonces el *target* principal era la industria del hardware y los equipos electrónicos, y fue Digital Equipment Corporation la primera empresa extranjera en establecer una planta de fabricación de mini computadoras en Irlanda, seguida por Apple y Wang, entre otras. Sin embargo, algunos autores afirman que dicha política no resultó completamente exitosa al menos en lo que respecta a esta primera etapa, ya que dichas empresas no trasladaron a sus filiales actividades de alto valor agregado ni emplearon una proporción significativa de personal calificado, y tampoco establecieron vinculaciones significativas con proveedores locales. Mas bien se limitaron a realizar tareas de ensamblado de componentes prefabricados aprovechando el bajo costo de la mano de obra para luego terminar el producto en otras localizaciones.

Una segunda ola de inversiones, esta vez vinculada al sector de software y servicios y a la fabricación de computadoras personales, tuvo lugar durante los años 1980. A lo largo de la década se instalaron empresas como IBM (1983), Lotus (1984), Microsoft (1985), Oracle (1987), Claris (1988), Corel (1989) y Symantec (1991) en software, EDS (1989) en servicios y Dell (1990) y Gateway (1990 y 1993) en PCs. Es en este período cuando Irlanda logra posicionarse como uno de los principales exportadores de equipos de computación, dando cuenta de alrededor de la tercera parte de todas las PCs vendidas en Europa y como el octavo exportador de equipos del mundo (Tallon y Kraemer, 1999).

El gobierno promovió este proceso principalmente a través del otorgamiento de incentivos fiscales. Hasta diciembre de 2002 los beneficios derivados de industrias y servicios seleccionados (entre los que se encuentra la producción de software y servicios informáticos) están sujetos a una tasa impositiva del 10%, en contraste con la tasa del 28% vigente para

actividades no elegibles. Esto significa para las empresas extranjeras márgenes de rentabilidad mucho más elevados que los que obtendrían en otros países industrializados.

Durante la década de 1990 las exportaciones de SSI experimentan un verdadero *boom*, pasando de U\$S 2.510 a U\$S 5907 millones entre 1991 y 1997, mientras que el empleo total del sector pasa de 7.793 a 18.300 personas durante el mismo período. Las 118 empresas de software extranjeras (principalmente norteamericanas) que en 1997 explicaban el 88% de las ventas y el 91% de las exportaciones fueron las principales responsables de dicho desempeño (Tallon y Kraemer, 1999).

Las empresas extranjeras instaladas en Irlanda llevan a cabo un amplio rango de actividades que van desde el desarrollo de software de base hasta la adaptación de aplicaciones a los mercados regionales y el testeado de software. También es importante el número de empresas que localizan en Irlanda su base de operaciones para ofrecer servicios de consultoría e integración de sistemas o brindar soporte técnico de alcance mundial a través de *free call centers*. Sin embargo, las principales actividades llevadas a cabo parecen estar vinculadas esencialmente a la manufactura³³ y localización³⁴ de productos para el mercado europeo, las cuales conllevan menores requerimientos en términos de calificación de la mano de obra y contenido innovativo que las actividades de desarrollo (Coe, 1999).

Microsoft fue una de las primeras empresas norteamericanas que instaló en Dublin su centro de manufactura para Europa. Así, en 1985 creó el Centro de Adaptación y Operaciones para Europa (European Operations and Localisation Centre), que actualmente emplea más de 1000 personas y representa más de la cuarta parte de las ventas fuera de Norteamérica de la compañía (alrededor de U\$S 14.000 millones en total). En la actualidad, dicho centro traduce más de 100 productos de software a 27 idiomas diferentes.

Oracle por su parte estableció su centro de manufactura de software para Europa, Medio Oriente y Africa en Dublin en 1990, y emplea actualmente alrededor de 600 personas. Este centro es responsable de actividades tales como la migración de software a diferentes plataformas de hardware, la administración de un *call center* que centraliza las operaciones de soporte técnico y telemarketing dispersas en toda Europa, y el manejo de operaciones de localización que anteriormente se realizaban en las distintas subsidiarias europeas.

En cuanto al desarrollo propiamente dicho, Irlanda no parece haberse transformado en un centro importante de programación *offshore* como la India (Coe, 1999). No abundan *joint ventures* creados con este fin ni empresas locales que operan como subcontratistas. Sí ha habido, en cambio, un número reducido de empresas multinacionales que instalaron centros de desarrollo con el fin de aprovechar ciertas particularidades de los recursos humanos disponibles. Por ejemplo, Irlanda se ha posicionado como un importante centro de desarrollo para UNIX en

³³ Entendiendo por manufactura la producción "material" de software, que involucra actividades como la duplicación de discos, el *packaging*, la elaboración de manuales, etc., excluyendo el proceso previo de desarrollo del producto.

³⁴ Las actividades de localización incluyen la traducción y adaptación de productos a las necesidades y costumbres de cada mercado nacional.

Europa, y esto ha llevado a empresas como Motorola e ICL a instalar en el país unidades de programación orientadas a esta plataforma. Por su parte, empresas de hardware como Digital y Ericsson han incorporado actividades de desarrollo de software a sus centros de manufactura. En el caso de Digital, estas actividades sobrevivieron al cese de sus operaciones como fabricante de hardware. Lo mismo ha sucedido con empresas de telecomunicaciones como AT&T y Alcatel.

Mientras que la mayor parte de las firmas extranjeras se han concentrado en productos empaquetados para el mercado masivo y/o empresarial, las firmas locales han seguido una estrategia de "nichos". Un estudio de Price Waterhouse (1999) muestra que las empresas locales que tuvieron un desempeño más destacado en términos de globalización, participación en el mercado y crecimiento se especializaron en las denominadas tecnologías "core" (esto es, software de sistema, lenguajes y herramientas de programación, y aplicaciones de *data management* y *data mining*). Otras firmas exitosas, por su parte, han apuntado a lograr la excelencia en mercados verticales específicos. Dentro del primer grupo se encuentran firmas como Iona Technologies (herramientas de desarrollo orientadas a objetos) y Baltimore Technologies (herramientas de seguridad para Internet), y en el segundo se destaca Kindle (desarrollo de sistemas bancarios).

En líneas generales parece existir una fuerte disparidad entre las firmas locales y las extranjeras, exhibiendo estas últimas tanto mayores niveles de productividad como superiores coeficientes de exportación. En contraposición, un pequeño conjunto de empresas locales concentradas en las áreas antes mencionadas serían las que llevan la delantera en términos de innovación.

El estudio de Price Waterhouse (1999) revela una serie de debilidades de la industria de software irlandesa que la colocan en una posición de relativa vulnerabilidad en el actual escenario internacional. La principal estaría vinculada al escaso desarrollo de la I&D sectorial. Esto refleja, en alguna medida, la falta de involucramiento de las empresas extranjeras en actividades de desarrollo de software, como así también la escasez de fondos (tanto públicos como privados) a nivel global que destina Irlanda a esta finalidad.

Con relación a este tema, cabe señalar que en los últimos tiempos el sector público ha generado iniciativas para revertir esta situación y fomentar el desarrollo de una base tecnológica. Uno de los instrumentos principales han sido los Programas en Tecnología Avanzada (PTAs), parcialmente financiados con fondos de la UE, y dirigidos a un conjunto seleccionado de industrias *high tech*, entre ellas el sector de software. El objetivo de estos programas, que funcionaron entre 1991 y 1999 a través de centros establecidos en distintas universidades, ha sido promover las actividades de I&D y el surgimiento de *start ups*.

En segundo lugar, el informe sostiene la necesidad de desarrollar una industria local focalizada aún más en las tecnologías "core" del sector de software, que por constituir un segmento intensivo en conocimientos ofrecen mayores ventajas en términos de protección y barreras a la entrada (una vez que se ha logrado ingresar en el mismo). Además, estas tecnologías proveen una base para el desarrollo de aplicaciones verticales orientadas a nichos de alto crecimiento potencial. No parece haber, en cambio, oportunidades en Irlanda para el desarrollo de

aplicaciones empresariales de propósito general (esto es, por ejemplo, software de tipo ERP), dado el papel preponderante que juegan los grandes proveedores internacionales como SAP, Baan, Siebel, etc. Las empresas especializadas en actividades de localización, por otra parte, enfrentan una creciente competencia por parte de países de salarios más bajos, en particular de la zona de Europa del Este.

A nivel educativo, se considera insuficiente el número de graduados en informática en función de la demanda pronosticada, y se mencionan ciertas falencias respecto a su formación (por ej., falta de conocimiento acerca de lenguajes de programación de alto nivel y de las tecnologías de redes y telecomunicaciones). Por otro lado, se subraya el escaso énfasis puesto en la formación de posgrado y en el fortalecimiento y profundización de la base de investigación³⁵ necesaria para ascender en la cadena de valor de la industria del software. Esto pone en cuestionamiento en alguna medida las supuestas "ventajas naturales" a las cuales se hizo referencia en un principio. Si bien Irlanda dispone de una elevada proporción de graduados universitarios y a su vez el gobierno realiza esfuerzos considerables para mejorar el nivel educativo de la población³⁶, todavía quedaría una brecha por cerrar en el área de TI.

Finalmente, el informe advierte acerca de las restricciones que enfrentan las firmas locales en materia de distribución, capacidad de *management* y financiamiento. Con respecto a esta última cuestión, la principal limitación no estaría dada por la escasez de fondos (desde mediados de la década de 1990 ha habido un gran flujo de capital de riesgo orientado a industrias de alta tecnología) sino por la falta de capacidad de las firmas para "venderse" a sí mismas y, en algunos casos, por la resistencia de sus fundadores a ceder parte de su participación accionaria a cambio de financiamiento.

c) Israel

Uno de los factores que sentó las bases para el florecimiento de la industria de software en Israel fue, al igual que en Irlanda y la India, la abundante disponibilidad de mano de obra calificada que en este caso se vio fomentada por la existencia de universidades de primer nivel y por el importante flujo migratorio (en particular proveniente de la ex URSS) recibido a lo largo de la década pasada. En consecuencia, Israel cuenta en la actualidad con una proporción de 135 científicos y técnicos por cada 10.000 habitantes, cifra muy elevada en la comparación internacional, incluso respecto de los países desarrollados.

El apoyo del estado, por otra parte, no parece haber sido decisivo en la primera etapa de conformación de la industria. Siguiendo a Teubal *et al* (2000), quienes analizan la evolución de un grupo de empresas representativo del segmento de seguridad y protección de datos, esta primera etapa se habría extendido entre 1980 y 1990 y estuvo marcada por la aparición de un grupo de empresas desarrolladoras de aplicaciones antivirus (Carmel Software Engineering, Iris, BRM), sistemas de protección de software (Aladdin) y tecnologías de encriptación (Alrogitmic Research y NDS).

³⁵ Se estima que en 1995 fueron 75 los profesionales que obtuvieron títulos de posgrado en informática en las universidades. Entre ellos, hubo sólo 6 PhDs.

³⁶ El gobierno irlandés invierte alrededor del 7% del PBI en educación.

No había en ese momento ningún programa público focalizado en industrias de tecnología de la información y tampoco se disponía de fondos de capital de riesgo que fueron los que impulsaron el crecimiento de la industria durante los años 1990. Si bien existían políticas horizontales de apoyo a la I&D industrial, las empresas de software no podían acceder a tales incentivos ya que sus actividades todavía no entraban en la definición de “industria”. Esta situación se revierte en la segunda mitad de los años 1980 con la inclusión del desarrollo de software entre las actividades susceptibles de recibir incentivos, y la posterior ampliación de dichos incentivos proporcionando subsidios de hasta el 50% a los proyectos que cumplieran con determinados requisitos mínimos.

Durante la segunda etapa (1990–1996) el sector creció impulsado por dos procesos: la popularización de Internet y la acción de las Fuerzas Armadas israelíes, que merced a la intensificación de los problemas de seguridad, se convirtió en una suerte de incubadora de *entrepreneurs* y tecnologías que estaban varios años adelantadas en relación al mercado civil. Por otro lado, el desarrollo de las comunicaciones vía Internet creó una serie de oportunidades tecnológicas y comerciales que sirvieron de estímulo al ingreso de nuevas firmas (ej., Checkpoint Memco) o indujeron a compañías preexistentes (ej., Aladdin) a adaptar sus estrategias para competir en el nuevo mercado. Finalmente, la tercera etapa, que se extiende desde 1997 hasta la actualidad, estuvo signada por el surgimiento de nuevas tecnologías (Java, ActiveX) y de una tercera ola de empresas (Abirnet, Finjan, Netguard, Security7, etc.) muchas de ellas vinculadas a la rápida expansión del comercio electrónico.

Durante las etapas 2 y 3 el crecimiento de las firmas de software se vio favorecido por la constitución de una industria de capital de riesgo. Esta generó inversiones superiores a los US\$ 4.000 millones en *start ups* de alta tecnología en 1998, existiendo actualmente más de 50 fondos en operación (OECD, 2000b). Fue de particular importancia la acción del gobierno en el despegue del sector, dado que con la creación de un fondo público (Yozma) a principios de los años 1990 contribuyó al establecimiento de una industria de capital de riesgo que hoy se encuentra mayoritariamente en manos privadas.

d) Brasil

Al igual que en el caso de la India, el gobierno brasileño mostró un temprano interés en fomentar segmentos específicos del sector de TI en el marco de una política informática que, desde fines de los años 1970 hasta principios de los 1990, tuvo un marcado sesgo proteccionista. Pero, a diferencia del modelo hindú, el desarrollo de la industria durante esta primera etapa estuvo fuertemente ligado a un mercado interno que crecía en forma sostenida con la progresiva informatización de la economía.

Un factor determinante para el crecimiento de la producción local de software en sus inicios fue, como señala Schwabe (1992), la presencia de una industria local de hardware que requería la adopción de un conjunto completo de herramientas de software. Por otro lado, la demanda de soluciones específicas por parte del sector financiero y, también, de la industria manufacturera local y del gobierno, impulsaron el desarrollo de soluciones a medida y la provisión de servicios de procesamiento de datos e integración de sistemas. En cuanto a la oferta de productos más estandarizados, la producción local mostraba un predominio de aplicaciones contables y

administrativas que gozaban de una suerte protección natural debido a las complejidades asociadas a los altos índices de inflación de la época y a las especificidades legislativas e impositivas. Los productores extranjeros, por su parte, dominaban los mercados de software básico y utilitarios.

Durante los años 1990, la apertura progresiva de los mercados de TI a las importaciones y a la inversión extranjera alteró la estructura industrial. Las firmas locales que sobrevivieron (tanto en el segmento de hardware como de SSI) estaban orientadas hacia nichos donde las relaciones cliente-proveedor eran suficientemente fuertes como para poder afrontar la competencia extranjera (Bastos Tigre y Junqueira Botelho, 1999).

De todos modos, desde 1991 el sector de TI cuenta con una Ley que establece mecanismos alternativos para preservar algún grado de fabricación local y promover actividades de I&D en el sector (Bastos Tigre y Junqueira Botelho, 1999). Los instrumentos previstos por la legislación son incentivos fiscales que reducen los costos de producción de los bienes industriales y una política de compras gubernamentales a favor de bienes de TI desarrollados en el país, incluyendo software. Para acceder a los beneficios fiscales las firmas deben: invertir al menos el 5% de los ingresos netos en actividades de I&D, de los cuales 2% debe ser en proyectos conjuntos con universidades, institutos de investigación o programas de gobierno en el área informática; acceder a certificaciones ISO 9000 en un período no mayor de 2 años; y cumplir con ciertos requisitos mínimos de contenido local. En 1997, 248 firmas se habían beneficiado de estas políticas.

En tanto, para fomentar el desarrollo de la industria local de software en 1993 se introduce el Programa Softex cuya ambiciosa meta era capturar el 1% del mercado mundial de software y el 50% del mercado interno para el año 2000. El programa fue coordinado por el Consejo Nacional de Investigación y Desarrollo (CNPq) hasta 1996, fecha en la cual pasa a gestión privada. Desde entonces es administrado por una organización sin fines de lucro.

El programa tiene dos líneas de actividades, una tecnológica y otra de mercado. En la línea tecnológica, se establecieron 14 centros de desarrollo de software para exportación en las ciudades con mejor desempeño potencial. Todos los centros están vinculados a través de la Red Nacional de Pesquisa. Los centros también reciben becas y subsidios del CNPq para capacitación, contratación de personal y consultorías.

Del lado comercial, se instaló una oficina de representación en EEUU, con espacio para incubación de mercado para hasta 12 empresas simultáneamente. Cuatro profesionales (2 brasileños y dos norteamericanos) dan apoyo a las compañías en incubación y brindan información sobre mercados y tendencias tecnológicas. Otra iniciativa del programa fue fomentar la presencia de las compañías en ferias internacionales y contratar especialistas para estudiar estrategias de ingreso a mercados extranjeros.

Pese a todo esto, los objetivos del Softex no se cumplieron. Además de la falta de recursos, el programa enfrentó una serie de restricciones propias de la industria de software brasileña, entre ellas el tamaño reducido y el escaso dinamismo tecnológico de las firmas del sector (Prochnik, 1997). Por otro lado, mirando en retrospectiva, no parece haber sido acertado poner tanto

énfasis en aumentar las exportaciones. Esto impidió aprovechar el gran tamaño del mercado interno, una de las ventajas con que cuenta Brasil en comparación con otros países de ingreso tardío como el de Irlanda.

Más allá del programa Softex, en años recientes el gobierno ha seguido promoviendo algunas iniciativas de estímulo al sector. Entre ellos podemos citar el establecimiento de un subcomité de software en el marco del Programa Brasileño de Calidad y Productividad, cuyo objetivo es alcanzar los estándares internacionales de calidad y productividad en este sector.

Por otro lado, a principios de 1998 se introdujeron nuevas regulaciones para proteger la propiedad intelectual en materia de software. Esto reforzó la presencia de firmas extranjeras que están instalando subsidiarias locales y a menudo cooperan con firmas nacionales en actividades tales como traducción de aplicaciones al portugués, desarrollo de aplicaciones locales y provisión de servicios de soporte al usuario.

Al igual que en el resto de los países, en los últimos años en Brasil ha habido un creciente interés (tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda) por desarrollar el mercado de capital de riesgo orientado a empresas de base tecnológica y en particular a la industria del software. Las primeras inversiones de riesgo en empresas brasileñas de software se vincularon al mercado de ERPs. En 1998 y principios de 1999 tres empresas del sector (Datasul, Microsiga y Logocenter) obtuvieron recursos de dos grandes empresas americanas y de un fondo nacional. Al presente, el principal foco de atención se encuentra en el área de Internet y en particular en las aplicaciones de comercio electrónico. Según un relevamiento realizado por encargo de la incubadora VentureLabs, de los 60 proyectos presentados hasta abril de 2000 para obtención de capital de riesgo el 36,7% se vinculaba a soluciones B2B y B2C (Frick y Frick, 2000).

El gobierno, por su parte, ha apoyado estas tendencias a través del lanzamiento del proyecto Innovar coordinado por la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), que tiene por objetivo fomentar el desarrollo de un mercado de capital de riesgo en Brasil para empresas pequeñas y medianas de base tecnológica. El proyecto consta de una serie de instrumentos: la Incubadora de Fondos Innovar -consorcio entre FINEP, SEBRAE (Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas), el Fondo Multilateral de Inversiones del Banco Interamericano de Desarrollo y el Fondo de Pensiones de Petrobrás; el Fondo Brasil Venture; el Portal de Capital de Riesgo, que promoverá el contacto entre empresas e investigadores; la Agenda Ventura Forum, que se reunirá cada 12 meses; y el Programa de Capacitación en Capital de Riesgo.

CAPITULO II. EL SECTOR DE SSI EN LA ARGENTINA. SITUACION, TENDENCIAS Y CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

El objetivo de este capítulo es ofrecer un panorama completo del sector de SSI en la Argentina, tanto desde el punto de vista de la demanda doméstica como, especialmente, de la disponibilidad de oferta local. En la sección 1 se describe la composición de la encuesta realizada en el año 2000 a proveedores de software y servicios informáticos (SSI) en nuestro país, la cual sirvió de base para la realización de este estudio. La sección 2 presenta estimaciones a nivel agregado de la facturación y el empleo generado por el sector y de su desempeño reciente; asimismo, se analizan las principales características de la demanda de SSI en el país. La sección 3 ofrece una caracterización de los distintos segmentos que componen la oferta de SSI en nuestro país, incluyendo elementos tales como perfil de recursos humanos, herramientas de desarrollo y plataformas dominantes, difusión de sistemas de calidad, áreas de aplicación y dinámica innovativa. En un Anexo, se incluye un breve resumen de los escasos estudios previos realizados sobre el sector en los años '80s y '90s.

1) La composición de la encuesta

La encuesta fue distribuida entre más de 500 empresas, de las cuales se obtuvieron 98 respuestas. Una parte de ese universo está constituido por los miembros de CESSI (Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos), CABASE (Cámara Argentina de Bases de Datos y Servicios en Línea) y CICOMRA (Cámara de Informática y Comunicaciones de la República Argentina), asociaciones que nuclean a las principales firmas del sector. El resto surgió de un amplio relevamiento efectuado a través de Internet y de otras fuentes diversas³⁷, que permitió individualizar a numerosas empresas no pertenecientes a ninguna de las asociaciones antes mencionadas.

Cabe señalar que, a pesar de los esfuerzos realizados, el índice de no respuesta resultó relativamente alto en algunos segmentos que, consecuentemente, pueden haber quedado algo subrepresentados dentro de la muestra. En particular, esto se aplica a las grandes consultoras internacionales de negocios, que son importantes proveedoras de servicios informáticos, como así también a algunos oferentes de productos extranjeros vinculados al mercado empresarial. Asimismo, resultó baja la tasa de respuesta de las empresas comercializadoras de software educativo y de entretenimientos.

La encuesta abarcó tanto a firmas dedicadas en forma exclusiva al desarrollo de productos de software y/o a la provisión de servicios como a fabricantes de equipos de hardware y telecomunicaciones que desarrollan software para terceros o, en algunos casos, también para uso propio (cuadro 4). No se han incluido dentro de la misma a empresas que sólo hacen desarrollos para uso propio, dadas las dificultades existentes para su captación y para estimar la magnitud de las actividades *in house* de desarrollo de software.

³⁷. Suplementos informáticos de los periódicos, revistas especializadas, entrevistas con expertos, informaciones obtenidas en estudios previos sobre el sector, etc.

Es necesario resaltar que entre las firmas encuestadas son pocas las que se dedican *exclusivamente* al desarrollo de productos de software o a la provisión de servicios³⁸. De hecho, como se verá más adelante, los datos recogidos sugieren que las firmas del sector llevan a cabo una gama relativamente amplia de actividades. Sólo 7 de las 40 empresas que desarrollan productos de software (tanto en el país como en el extranjero) y 8 de las 46 vinculadas al área de servicios derivan sus ingresos de una sola de esas actividades, siendo lo más habitual ofrecer un *mix* de productos (propios y/o de terceros) y servicios, que pueden estar o no asociados al software comercializado (ver cuadro 4).

CUADRO 4
COMPOSICION DE LA MUESTRA SEGÚN ACTIVIDAD PRINCIPAL (número de empresas y %)

Actividad principal	Número de empresas	Participación en la muestra
1. Productos desarrollados en el país	34	35%
-sólo productos	6	6%
-productos + otras actividades	28	29%
2. Productos desarrollados en el exterior	6	6%
-sólo productos	1	1%
-productos + otras actividades	5	5%
3. Servicios profesionales	46	47%
-sólo servicios	8	8%
-servicios + otras actividades	38	39%
4. Hardware y telecomunicaciones	6	6%
5. Otros	6	6%
TOTAL	98	100%

Las empresas de hardware y telecomunicaciones, por su parte, representan el 6% de la muestra. Si bien su actividad principal no está comprendida dentro del sector de SSI, estas firmas realizan esfuerzos considerables en el área de software y/o servicios, lo cual nos motivó a incluirlas dentro del estudio. En algunos casos realizan localmente desarrollos directamente vinculados a los equipos de *hardware* o telecomunicaciones que comercializan (por ejemplo, las firmas que producen software embebido para dispositivos y centrales telefónicas), mientras que en otros sus actividades locales son relativamente independientes de la producción de *hardware* e involucran la venta de productos desarrollados en el exterior o la provisión de servicios de consultoría. Finalmente, la categoría "Otros" (cuadro 4) agrupa a empresas que cuentan con una gama relativamente amplia de actividades, sin que pudiera determinarse cuál de ellas es la principal.

Para simplificar el análisis, en el resto del trabajo adoptaremos el criterio de dividir a las firmas en dos grandes categorías: oferentes de productos de software y proveedores de servicios profesionales. Dentro de las primeras, distinguiremos aquellas cuyos ingresos provienen

³⁸ La distinción entre productos y servicios sigue el criterio de Hoch *et al* (1999). Para más detalles, ver capítulo 1.

principalmente de la comercialización y distribución de productos desarrollados en el exterior (incluyendo tanto filiales de empresas multinacionales como distribuidores locales) de aquellas otras cuya actividad más importante es desarrollar productos de software en el país. A las firmas que llevan a cabo varias actividades (incluyendo las empresas de hardware y telecomunicaciones) se las clasifica en función de cuál de las tres consideradas a los fines de este estudio (esto es, venta de productos extranjeros, desarrollo de productos en el país y provisión de servicios) representa un mayor porcentaje dentro de su facturación total.

De las 98 firmas relevadas, 14 cuentan con participación mayoritaria de capitales extranjeros. Cinco de estas empresas eran, originariamente, productores locales que luego se fusionaron o fueron adquiridos por firmas extranjeras, mientras que las restantes son filiales de empresas multinacionales vinculadas al sector de las TICs. Cabe también señalar que algunas de las firmas locales que han respondido la encuesta pertenecen a grandes conglomerados de capital nacional (es el caso de Prominente, por ejemplo, perteneciente al grupo Roggio)³⁹.

Se trata en general de firmas jóvenes, con un promedio de edad que ronda los 11 años. Un 65% de las firmas se creó luego de 1990 (ver cuadro 5)⁴⁰, mientras que existe un reducido número de firmas fundadas antes de los '80. Este último grupo incluye principalmente a las empresas de hardware y telecomunicaciones.

CUADRO 5
DISTRIBUCION DE LAS FIRMAS POR EDADES (número de empresas y porcentajes)

Año de fundación	Número de empresas	Participación en la muestra
Antes de 1980	8	8%
1980-1984	14	14%
1985-1989	12	12%
1990-1994	37	38%
1995-1999	22	22%
2000	5	5%
TOTAL	98	100%

Con respecto a la distribución geográfica, la mayor parte de las firmas (casi el 75% de la muestra) está localizada en Capital Federal (ver cuadro 6). Sólo en el caso de las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fé se obtuvieron más de dos respuestas. En el resto del país,

³⁹. En el pasado, otros grupos locales habían también incursionado en el sector (son los casos de las firmas TTI – Bidas-, Itron –Socma- y Proceda –Bunge y Born-, entre otros).

⁴⁰. Es interesante resaltar que los datos del cuadro 5 pueden generar dos tipos de lecturas, que son a su vez complementarias antes que contrapuestas: i) se trata de un sector con una tasa alta de “natalidad” de firmas; ii) un 70% de las empresas del sector fueron creadas antes de 1994, lo cual significa que han logrado sobrevivir durante al menos siete años, lo cual es un logro significativo para un sector PyME-intensivo en la Argentina.

hubo respuestas aisladas de firmas de Mendoza, San Juan, Chubut, Salta y Jujuy. Más allá de las dificultades existentes para llegar con la encuesta a las empresas del interior del país, este hecho refleja el alto grado de concentración de la oferta en las regiones de mayor demanda de bienes y servicios informáticos y disponibilidad de mano de obra calificada.

CUADRO 6
DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS FIRMAS (número de empresas y porcentajes)

Provincia	Número de empresas	Participación en la muestra
Capital Federal	72	73,5%
Pcia. Buenos Aires	7	7,1%
Santa Fe	7	7,1%
Córdoba	6	6,1%
San Juan	2	2,0%
Mendoza	1	1,0%
Jujuy	1	1,0%
Chubut	1	1,0%
Salta	1	1,0%
TOTAL	98	100,0%

Sin embargo, hay indicios de que en los alrededores de Córdoba y Rosario se nuclea un número significativo de empresas vinculadas al sector que no pudieron ser captadas en la encuesta. Ambas regiones ofrecen el atractivo, según manifestaron algunas empresas, de disponer de personal calificado a un costo relativamente más bajo que en Capital Federal, y un nivel inferior de rotación laboral por ser menor la cantidad de ofertas de trabajo.

2) El sector de SSI en Argentina: datos generales

2.1 Empleo y facturación

Las cifras de empleo y facturación del cuadro 7 recogen la información suministrada por las firmas encuestadas, más la de un segundo grupo de empresas para las cuales la misma pudo obtenerse por otras fuentes⁴¹. Los datos de empleo se basan entonces en una muestra ampliada de 128 firmas, mientras que para las ventas el tamaño se reduce a 110. Esto se debe a que varias firmas encuestadas no quisieron suministrar datos de facturación.

En el caso de las empresas cuya actividad principal no es el desarrollo de productos de software ni la provisión de servicios profesionales (por ej., fabricantes de hardware y telecomunicaciones), se incluyeron sólo los montos de facturación y exportaciones derivados de estas actividades, como así también el empleo asignado a las mismas. Cuando no fue posible hacer esta discriminación se optó por excluirlas del agregado, ya que al tratarse de empresas de

⁴¹. IAD (2000) y revistas Mercado y Prensa Económica, varios números.

gran tamaño su incorporación llevaría al sobredimensionamiento del sector y crearía distorsiones en el análisis.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la facturación en concepto de SSI de las firmas relevadas alcanzó los U\$S 633 millones en el año 2000, con una facturación promedio de U\$S 5,8 millones. Por su parte, el personal ocupado se ubicó en el orden de los 6.400 empleados, dando un promedio de 50 empleados por firma. Dentro de estos totales, se observa una fuerte participación de las empresas extranjeras, que concentraron las dos terceras partes de la facturación y el 42% del empleo (ver cuadro 7)⁴². Las firmas grandes, que fueron definidas como aquellas que cuentan con 50 empleados o más (representando alrededor de un 25% de las firmas relevadas en la muestra utilizada para la estimación de la facturación sectorial y cerca de un 20% dentro de aquellas firmas que contestaron la encuesta), reunían el 86% de la facturación total y un porcentaje algo menor del empleo, reflejando el alto grado de concentración que predomina dentro del sector.

En este sentido, es interesante constatar que sólo un 9% de las firmas relevadas facturaban más de U\$S 15 millones anuales, contra un 46% de empresas con facturación anual inferior a los U\$S 1 millón y otro 22% que facturaba entre U\$S 1 y 2 millones anuales, lo cual también da cuenta de la gran heterogeneidad existente dentro del sector (cuadro 8).

⁴². Este significativo contraste puede obedecer tanto a una mayor "productividad" de las firmas extranjeras –si se acepta al *ratio* ventas/personal como una *proxy* de dicha variable–, como al hecho de que entre dichas firmas hay algunas que sólo se dedican a comercializar software importado, con lo cual obviamente sus requerimientos de personal son sustancialmente menores vis a vis aquellas que también realizan actividades de desarrollo a nivel local.

CUADRO 7
FACTURACION, EMPLEO Y EXPORTACIONES DE LAS FIRMAS RELEVADAS. 2000
(millones de U\$, número de empleados y porcentajes)

Por origen	Facturación		Empleo		Exportaciones	
	M US\$	Participación	Número	Participación	M US\$	Participación
Empresas extranjeras	415,1	66%	2702	42%	10,5	73%
Empresas nacionales	217,4	34%	3697	58%	3,9	27%
TOTAL	632,6	100%	6399	100%	14,4	100%
Por tamaño						
Grandes ¹	544,2	86%	4598	72%	10,1	70%
Medianas ²	74,5	12%	1340	21%	3,9	27%
Pequeñas ³	13,9	2%	461	7%	0,4	3%
TOTAL	632,6	100%	6399	100%	14,4	100%
Por actividad						
Oferentes de prod. Locales ⁴	112,3	18%	2082	33%	10,8	75%
Oferentes de prod. Extr. ⁵	231,9	37%	1164	18%	0,0	0%
Proveedores de servicios ⁶	288,3	46%	3153	49%	3,6	25%
TOTAL	632,6	100%	6399	100%	14,4	100%

1: 50 empleados o más

2: entre 10 y 50 empleados

3: 10 empleados o menos

4: firmas (locales y extranjeras) cuya actividad principal en el área de SSI es el desarrollo de productos de software en Argentina.

5: firmas (locales y extranjeras) cuya actividad principal en el área de SSI es la comercialización y distribución de productos de software desarrollados en el exterior.

6: firmas (locales y extranjeras) cuya actividad principal en el área de SSI es la provisión de servicios profesionales (desarrollos a medida, implementación e integración de soluciones, consultoría de software, etc.).

CUADRO 8
COMPOSICION DE LAS FIRMAS RELEVADAS POR FACTURACION (porcentajes)

Estrato	Participación
Menos de U\$S 1 millón anual	46%
Entre U\$S 1 y 2 millones anuales	22%
Entre U\$S 2 y 5 millones anuales	13%
Entre U\$S 5 y 15 millones anuales	10%
Más de U\$S 15 millones anuales	9%

Si bien más de la mitad de las firmas relevadas han sido clasificadas como oferentes de productos desarrollados localmente, éstas representan sólo el 18% de la facturación y el 33% del empleo. En contraste, las 7 firmas que comercializan software producido en el extranjero concentran el 37% de la facturación, aunque su participación en el empleo total es mucho menor (18%). Las firmas de servicios, por su parte, absorben casi la mitad del empleo y la facturación del sector.

Las exportaciones de SSI, como ya se ha mencionado en otros estudios previos (IAD, 2000; Correa, 1996), son marginales. Para las firmas encuestadas, las mismas apenas superaron los US\$ 14 millones en el año 2000. Cabe señalar, además, que casi las dos terceras partes de las mismas se explican por las ventas al exterior de una única empresa. Si bien 20 de las 98 firmas encuestadas exportaron software en el año 2000, sólo 6 de ellas tuvieron coeficientes de exportación superiores al 10%. En cuanto a montos, sólo 3 firmas superaron el millón de dólares en exportaciones.

Stamm (2000) señala los siguientes factores como barreras para las exportaciones de software: i) necesidad de adaptar el software desarrollado para el medio local a los requerimientos de terceros mercados; ii) falta de financiamiento; iii) falta de asesoría, asistencia técnica e incentivos para la exportación; iv) la existencia de normas de calidad en los países desarrollados que son poco conocidas en Argentina; v) dificultades para establecer contactos comerciales del exterior. También el mismo estudio apuntaba que pocas firmas argentinas estaban en condiciones de ingresar en relaciones de subcontratación con empresas de otros países.

La información captada a través de la encuesta y por las otras vías antes mencionadas permite estimar la facturación y el empleo total generado por el sector de SSI en Argentina. Tomando como hipótesis la existencia de unas 500 empresas de SSI (la cual fue confirmada por diversas fuentes consultadas), y en función de ciertos supuestos realizados acerca de la distribución de las firmas por tamaño y el grado de concentración del mercado a nivel general, la extrapolación de los datos de la muestra arroja como resultado un nivel de facturación aproximado de US\$ 2.000 millones anuales⁴³, incluyendo tanto la venta de productos nacionales y extranjeros⁴⁴ como la provisión de servicios. El empleo total, por su parte, se ubicaría en el orden de las 15.000 personas y las exportaciones rondarían los US\$ 35 millones.

Según los datos captados por la encuesta, aproximadamente la mitad de la facturación proviene de la venta de productos de software y el resto corresponde a servicios (cuadro 9). Dentro del segmento de productos, la mayor parte de la facturación está asociada a la venta de software desarrollado en el exterior y sólo un 36% sería producción local⁴⁵. Extrapolando estos datos, podemos estimar que la industria local de productos de software se ubica en el orden de los US\$ 350 millones (cuadro 9). Esta cifra se asemeja a la última evaluación disponible respecto de la oferta local de software (Stamm, 2000), que estimaba US\$ 300 millones anuales de facturación⁴⁶.

Es interesante rescatar las conclusiones de un estudio previo en el cual se discuten los factores que incentivan y/o desincentivan el uso de software nacional. Entre las primeras se encuentran: i) menores precios (esto es particularmente importante para los clientes PyMEs); ii) adecuación

⁴³ Cabe señalar que dicha estimación se basa en los datos correspondientes al año 2000, año en el cual la facturación de las firmas del sector de SSI habría estado afectada por el denominado "efecto Y2K", que ocasionó gastos extraordinarios en materia de software y servicios informáticos por parte de los usuarios.

⁴⁴ Como señalamos en el capítulo 1, las estimaciones para Argentina incluidas en el cuadro 3 de dicho capítulo excluyen al software importado, y por ello resultan menores a las aquí presentadas.

⁴⁵ En Brasil, las estimaciones disponibles indican que las proporciones relativas serían exactamente inversas (Weber *et al*, 2000).

⁴⁶ Existe también un informe más extenso del mismo trabajo (IAD, 2000).

a aspectos idiosincráticos del medio local (regulaciones legales, costumbres de negocios, etc.) y rapidez en los ajustes ante cambios en el marco jurídico; iii) cercanía geográfica y relaciones usuario-proveedor que permiten un soporte técnico ágil; iv) mayor adecuación a las necesidades de las PyMEs locales en el caso de software de gestión⁴⁷. Entre las segundas, en tanto, aparecerían: i) en las empresas extranjeras se tiende a homogeneizar sistemas entre las diferentes filiales para evitar incompatibilidades⁴⁸. Lo mismo ocurre con las empresas pequeñas y medianas proveedoras de grandes firmas extranjeras; ii) mejor “imagen” del software extranjero; iii) incertidumbre sobre supervivencia de proveedores nacionales de tamaño pequeño; iv) para ciertas tareas o actividades complejas no existen soluciones disponibles en el mercado nacional (Stamm, 2000).

CUADRO 9
COMPOSICION DE LA FACTURACIÓN DEL SECTOR DE SSI. 2000 (millones de U\$S y %)

Actividad	Firmas encuestadas (mill. de U\$S)	Total del sector –estimado- (mill. de U\$S)	Participación en la facturación
Venta de productos de software	323,2	973	49%
-desarrollados en Argentina	109,9	346	17%
-desarrollados en el exterior	199,3	627	32%
Venta de servicios profesionales	323,4	1017	51%
<i>Ventas totales</i>	<i>632,6</i>	<i>1990</i>	<i>100%</i>
Exportaciones	14,4	35	-

Es interesante contrastar nuestras estimaciones con otras que analizan al sector de SSI desde el punto de vista de la demanda. En este sentido, la consultora local Prince & Cooke estima que el mercado de software, en el año 2000, alcanzaba los U\$S 790 millones. En tanto, el mercado de servicios se habría ubicado, en el mismo año, en el orden de los U\$S 1510 millones (cuadro 10), lo cual implica un gasto total de US\$ 2.300 en concepto de SSI. Si bien nuestra estimación de US\$ 2.000 millones se aproxima bastante a esta cifra, aparece una diferencia en la distribución entre software y servicios. Tal discrepancia puede obedecer a varias causas. En primer lugar habría que mencionar posibles diferencias en cuanto al universo considerado, las formas de valuación y la metodología empleada⁴⁹. Por otro lado, ya se ha advertido en el capítulo 1 que la distinción entre productos y servicios se torna cada vez más difusa y por lo tanto incluir ciertas actividades en una u otra categoría conlleva cierto grado de arbitrariedad (así, entre un producto empaquetado de mercado masivo y un desarrollo a medida existe una amplia gama de variantes que no son siempre fáciles de clasificar); en consecuencia, las estimaciones en base

⁴⁷. Es interesante resaltar que varias de estas ventajas son análogas o similares a las que habían desarrollado los productores manufactureros argentinos en rubros tales como bienes de capital durante la fase de la industrialización sustitutiva de importaciones.

⁴⁸. El trabajo informa que en varios casos las filiales de empresas extranjeras ni siquiera tienen poder de decisión sobre el tipo de software a emplear, que les viene impuesto desde la casa matriz.

⁴⁹ Ya se ha mencionado la poca presencia de las grandes consultoras dentro de nuestra muestra, lo cual podría haber generado una subrepresentación del sector servicios. Por otro lado, cabe señalar que en el caso de Prince & Cooke se incluyen dentro de "servicios informáticos" algunas actividades que no fueron expresamente consideradas para la encuesta que estamos analizando (es el caso, por ejemplo, de los servicios de instalación y mantenimiento de hardware y redes).

a canales de venta (Prince & Cooke) y a estructura de oferta (nuestra encuesta) pueden presentar diferencias respecto de cómo se catalogan determinadas operaciones.

CUADRO 10
MERCADO DE TI. 1995-2001 (millones de U\$S y porcentajes)

Año	Hardware		Software		Servicios		Insumos		TOTAL	
	U\$S mill	% crec.	U\$S mill	% crec.	U\$S mill	% crec.	U\$S mill	% crec.	U\$S mill	% crec.
1995	829	-	273	-	730	-	118	-	1950	-
1996	995	20%	340	25%	910	25%	155	31%	2400	23%
1997	1165	17%	417	23%	1118	23%	200	29%	2900	21%
1998	1330	14%	530	27%	1370	23%	240	20%	3470	20%
1999	1370	13%	630	19%	1580	15%	260	8%	3840	11%
2000	1610	18%	790	25%	1510	-4%	310	19%	4220	10%
2001*	1820	13%	960	22%	1720	14%	360	16%	4860	15%

*: proyectado.

Fuente: Prince & Cooke (2001).

2.2 Usuarios y formas de comercialización

La principal fuente de ingresos para las firmas de software y servicios informáticos son las grandes empresas, cuyas compras explican dos tercios de la facturación total (ver cuadro 11). Los proveedores de servicios profesionales están claramente orientados a este segmento, que representa el 77% de sus ventas, y en menor medida al sector público, siendo marginal la importancia de las PyMEs.

En el caso de los oferentes de productos, ya sean desarrollados en el país o en el exterior, la participación de las grandes empresas es algo menor, aunque son también para éstos la principal fuente de ingresos. Los usuarios PyMEs representan un porcentaje significativo de las ventas de las filiales y distribuidores de productos extranjeros (37%), que resulta ser, paradójicamente, superior al que registran los desarrolladores locales (29%).

CUADRO 11
COMPOSICION DE LA FACTURACION POR USUARIO (porcentajes)

	Total	Productos locales	Productos extranjeros	Servicios profesionales	Grandes	Medianas	Pequeñas
Hogar	1%	0%	6%	0%	1%	0%	10%
PyMEs	16%	29%	37%	3%	15%	17%	55%
Grandes empresas	66%	55%	50%	77%	66%	74%	32%
Gobierno	16%	16%	7%	19%	18%	7%	2%
Otros	1%	0%	1%	1%	0%	2%	0%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Los principales clientes de las empresas de SSI pequeñas (menos de 10 empleados) son las PyMEs, quienes absorben más de la mitad de su facturación. Las empresas grandes y medianas de SSI, en cambio, están netamente orientadas hacia los grandes usuarios (grandes empresas y sector público), que representan más del 80% de su facturación. El sector hogareño, por su parte, tiene cierta importancia sólo para las empresas de software pequeñas (10%), mientras que el sector público se provee principalmente de las de mayor tamaño.

La baja participación de los usuarios hogareños en el total facturado (1%) se explica, en parte, por la alta tasa de piratería que predomina en este segmento (ver capítulo siguiente). Además, este mercado parece estar abastecido casi exclusivamente por productos extranjeros, y en este sentido hay que recordar lo antes mencionado respecto de la escasa respuesta a la encuesta por parte de los comercializadores locales de software educativo y de entretenimientos. De todos modos, otros estudios previos señalan también que el sector hogareño no constituye un mercado importante para los desarrolladores locales⁵⁰.

No ha habido estudios previos que ofrezcan una desagregación del gasto en SSI similar a la propuesta para contrastar los resultados obtenidos. Cabe citar, de todos modos, las estimaciones de Prince & Cooke relativas al gasto en tecnologías de la información (TI) - además de SSI incluye hardware e insumos-. Según esta fuente, en 1998 el 37% del gasto en TI correspondía al sector grandes empresas, el 26% a PyMEs, el 16% a bancos, un porcentaje similar a profesionales y hogar y un 5% al sector público (cuadro 12).

Las diferencias más destacables en relación a nuestro estudio son: mayor participación de los usuarios hogareños y profesionales y PyMEs, y menor participación relativa del Sector Público. La mayor participación de los usuarios hogareños y PyMEs en las estimaciones de Prince & Cooke sugiere que el gasto en TI de ambos sectores se dirige principalmente a la compra de equipos de hardware. Dado que el software es un insumo fundamental para el aprovechamiento de los equipos informáticos, este hecho confirmaría en principio la presunción anterior acerca de las altas tasas de piratería prevalecientes en estos sectores. Con respecto a la menor participación relativa de la Administración Pública en las estimaciones de Prince & Cooke, vale la pena mencionar que durante 1999 y 2000 el Estado fue uno de los sectores que más recursos destinó a la corrección y/o prevención del "efecto Y2K", razón por la cual su participación en esos años podría ser superior a la que se registraba en 1998 (último año disponible en las estimaciones de P&C).

⁵⁰. Por ejemplo, según el relevamiento efectuado por el IAD (2000), sólo el 0,7% de las ventas de las empresas encuestadas habían estado dirigidas hacia este sector.

CUADRO 12
MERCADO DE TI: APERTURA POR SEGMENTOS. 1998 (millones de U\$S y porcentajes)

Segmento	U\$S millones	% total	% crec. 97-98
Grandes empresas	1270	36,6%	20,9%
Bancos	555	16,0%	22,0%
Administración Pública	185	5,3%	15,6%
<i>Subtotal</i>	<i>2010</i>	<i>57,9%</i>	<i>20,7%</i>
PyMEs	890	25,6%	19,5%
Profesionales/Hogar	570	16,4%	16,3%
Total	3470	100,0%	19,7%

Fuente: Prince & Cooke (1998).

Existe por otro lado información dispersa acerca del gasto sectorial en SSI. Por ejemplo, hay indicios de que el sector financiero es uno de los principales usuarios, lo cual es consistente con la presencia de un número importante de empresas que comercializan aplicaciones verticales para este segmento (ver más adelante). Así, estimaciones privadas dan cuenta de que el sector financiero eroga anualmente U\$S 300 millones en software –incluyendo licencias, instalación, mantenimiento, etc.- y U\$S 600 millones en hardware⁵¹.

Finalmente, una encuesta realizada por el INDEC (1998) a 1639 firmas manufactureras que representaban el 54% de la facturación, el 50% del empleo y el 61% de las exportaciones de la industria argentina provee una estimación del gasto total de la industria en SSI en 1996, el cual se habría aproximado a los U\$S 160 millones. Sobre estas bases, las erogaciones en programas de software habrían llegado a los U\$S 56 millones. Dentro del sector manufacturero, siempre en 1996, cuatro ramas acaparaban el 50% del gasto en SSI: alimentos (18%), productos químicos (15%), maquinaria eléctrica (10%) y siderurgia (7%) –cuadro 13-.

En cuanto a las formas de comercialización, en un contexto donde muchas firmas emplean más de un medio para vender sus productos y servicios, el grueso de las firmas recurre al contacto directo con los clientes y, en menor medida, a la consultoría. En cambio, la subcontratación resulta poco utilizada por las empresas del sector. Resulta algo sorprendente encontrar que las firmas pequeñas son las que más usan Internet como vehículo de comercialización de sus productos (cuadro 14). Evidentemente, el peso del contacto directo con los clientes está en relación directa con la escasa orientación exportadora del sector. En este sentido, es interesante destacar que algunas firmas de SSI han abierto oficinas de comercialización en el exterior, justamente en búsqueda de replicar lo que es su modo de relacionamiento básico con los clientes en el mercado doméstico.

⁵¹. Además, las entidades del sector gastarían alrededor de U\$S 650 millones en recursos humanos -propios y contratados- para sus departamentos de sistemas.

CUADRO 13
GASTO EN TI DE LAS FIRMAS MANUFACTURERAS, POR SECTOR. 1996 (US\$ millones y porcentajes)

Sector	Gasto (millones de	% total
Alimentos	15,2	18%
Productos químicos	12,5	15%
Maquinaria eléctrica	8,5	10%
Siderúrgica	5,5	7%
Bebidas	4,7	6%
Refinería de petróleo	4,4	5%
Caucho y plásticos	4,3	5%
Automotriz	3,8	4%
Edición e impresión	3,3	4%
Textiles	3,0	4%
Celulosa y papel	2,9	3%
Tabaco	2,8	3%
Autopartes	2,5	3%
Maquinaria no eléctrica	1,6	2%
Electrodomésticos	1,5	2%
Cuero y calzados	0,9	1%
Otros	6,5	8%
Total	83,6	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INDEC (1998).

CUADRO 14
FORMAS DE COMERCIALIZACIÓN (número de firmas y porcentajes)

	Grandes		Medianas		Pequeñas		Total	
	N ^a firmas	%	N ^a firmas	%	N ^a firmas	%	N ^a firmas	%
Contacto directo con el cliente	19	100%	45	100%	19	79%	84	95%
Consultoría	12	63%	29	64%	16	67%	57	65%
Internet	5	26%	9	20%	10	42%	24	27%
Distribuidor mayorista	4	21%	8	18%	3	13%	15	17%
Subcontratista	3	16%	9	20%	3	13%	15	17%
Otros	4	21%	3	7%	2	8%	9	10%

2.3 Desempeño reciente y perspectivas futuras

Entre 1998 y 2000, un período de estancamiento para la economía argentina en su conjunto, las firmas del sector incrementaron su facturación en un 40%, en tanto su empleo creció en una proporción similar (43%)⁵².

⁵². Se incluyen sólo aquellas firmas donde se disponía de información para los tres años.

El desempeño por segmento, a su vez, fue bastante heterogéneo. Los que más crecieron fueron los proveedores de servicios, cuyas ventas aumentaron un 45% en comparación con el 33% de los oferentes de productos. Entre estos últimos, el mayor dinamismo estuvo del lado de las firmas que comercializan software extranjero, cuyas ventas aumentaron un 47%. En tanto, las empresas que desarrollan software localmente crecieron sólo un 16% (cuadro 15).

CUADRO 15
EVOLUCION DE LA FACTURACION, POR TAMAÑO Y ACTIVIDAD. 1998-2000 (miles de U\$S y %)

Por actividad	N° firmas	1998	1999	2000	% var. 98-2000
Productos de software					
-locales	27	46455	55816	53964	16%
-extranjeros	4	58202	71123	85538	47%
Subtotal	31	104657	126939	139502	33%
Servicios profesionales	37	153575	203549	222289	45%
TOTAL	68	258232	330487	361791	40%
Por tamaño	N° firmas	1998	1999	2000	% var. 98-2000
Grandes	15	202433	268663	294202	45%
Medianas	38	48450	53767	60315	24%
Pequeñas	15	7349	8058	7274	-1%
TOTAL	68	258232	330487	361791	40%

El desempeño varía también en función del tamaño de las firmas. Las empresas grandes (más de 50 empleados) incrementaron su facturación en un 45%, mientras que las medianas (entre 10 y 50 empleados) lo hicieron en un 24%. Las ventas de las pequeñas, por su parte, (menos de 10 empleados) cayeron un 1%. Esto sugiere, en principio, que el fenómeno de concentración mencionado anteriormente se habría visto reforzado en tiempos recientes y que son las PyMEs, al igual que en muchos otros sectores de la economía, las que tienen mayores dificultades también en esta actividad. A su vez, cabe sugerir que la baja *performance* relativa de las PyMEs de este sector se podría explicar en gran parte por el hecho de que sus principales clientes también son PyMEs, segmento empresario que fue el que seguramente más recortó gastos en SSI a raíz de la crisis que afecta al país desde varios años atrás.

Si bien el fuerte crecimiento del sector entre 1998 y 2000 puede haberse debido, en parte, al ya mencionado "efecto Y2K", también puede verse como una continuación de la expansión experimentada por el mercado de SSI desde principios de la década de 1990. Según las estimaciones de Prince & Cooke, las ventas de software y servicios informáticos pasaron de U\$S 273 y U\$S 730 millones respectivamente en 1995 a US\$ 790 y US\$ 1510 en 2000 (ver cuadro 10). Es decir, el sector de SSI habría crecido a una tasa promedio anual de 18,1% durante dicho período.

Las firmas encuestadas revelaron un marcado optimismo con respecto a las perspectivas futuras. Tomando como punto de partida su facturación al año 2000 y en base a las proyecciones realizadas por ellas mismas, entre el 2000 y el 2003 el crecimiento de la facturación se ubicaría en el orden del 72%. Si a esto le sumamos el efecto expansivo que generarían sobre el sector las inversiones anunciadas por las empresas de telecomunicaciones (ver box 1) y el dinamismo experimentado por el sector de las TICs tanto a nivel local como

internacional, no sería aventurado plantear un escenario "optimista" en el cual el sector de software y servicios informáticos llegue a duplicar su tamaño actual en un período de tres años.

Box 1. Las inversiones en el sector de software para telecomunicaciones

Uno de los anuncios recientes que generó mayores expectativas en el sector fue el acuerdo firmado entre Motorola y el gobierno de Córdoba para instalar un centro de desarrollo de software para teléfonos celulares y otros equipos fabricados por la mencionada empresa en la capital de dicha provincia. Según manifestaron los directivos de la compañía, el proyecto involucraría una inversión de U\$S 35 millones anuales. En términos de empleo, se aspiraría a generar alrededor de 500 puestos de trabajo hacia el año 2009.

Al momento de decidir la localización del centro, Motorola había considerado distintas opciones dentro de la región del Cono Sur. En Argentina las alternativas eran Pilar y Santa Fé, mientras que también se evaluaron otras localizaciones en Chile y Brasil. ¿Cuáles fueron los factores que inclinaron la balanza a favor de Córdoba? Un primer factor clave habría sido la disponibilidad de recursos humanos calificados. En este sentido las localizaciones argentinas presentaban ventajas en relación a las de los otros países. Asimismo, en el caso de Córdoba, existía el compromiso por parte de la Universidad de Córdoba de adaptar sus planes de estudio a los requerimientos de la compañía.

Sin embargo, indudablemente el factor decisivo fueron las negociaciones encaradas por parte del gobierno de la provincia. Decidido a atraer inversiones en sectores de alta tecnología, éste ofreció una serie de incentivos fiscales y financieros que involucraron entre otras cosas el desembolso de US\$ 3,4 millones destinados a la construcción de un edificio y la provisión de una instalación provisional hasta que el proyecto estuviera concretado. Asimismo, se ofrecieron exenciones impositivas y subsidios a la capacitación de futuros empleados. Los beneficios otorgados serían regulados en función del número de empleados y la masa salarial resultante de la inversión.

El gobierno de Córdoba considera que los beneficios asociados al proyecto en términos de generación de empleo calificado, dinamización del sector, exportaciones, atracción de otras empresas extranjeras y estímulo a las empresas locales más que compensarían los costos incurridos. En contraposición, en algunos sectores predomina la visión de que dichos costos podrían haber sido excesivos o injustificados.

Por su parte, la firma japonesa NEC anunció que invertirá U\$S 100 millones en la Argentina durante los próximos cinco años con la intención, entre otros objetivos, de incorporar nuevas líneas de producción de software para aplicaciones vinculadas con Internet en su planta de Florida. De acuerdo con las estimaciones de la firma, en 2002 tanto las ventas internas como las exportaciones alcanzarían los US\$ 15 millones, cifras que pasarían a US\$ 17 millones y US\$ 30 millones, respectivamente, en 2003.

La producción de software para telecomunicaciones en el país cuenta con un importante antecedente en la firma Siemens, que hace más de 10 años instaló un centro de desarrollo de software para sus centrales y equipos de telefonía. El centro emplea alrededor de 150 profesionales y se concentra principalmente en actividades de ingeniería e integración de soluciones para redes de telecomunicaciones, adaptaciones de producto para el mercado local y regional, y desarrollo de software a pedido de la casa matriz u otras empresas asociadas. En 1994, obtuvo la certificación ISO 9001 para sus procesos de desarrollo.

No está claro, en cambio, que las firmas locales y en particular las PyMEs vayan a tener una participación significativa en dicho crecimiento ni que el mismo vaya a estar orientado, como en el caso de algunos *latecomers* exitosos, hacia el mercado exterior. Esta situación podría revertirse en la medida en que las nuevas inversiones destinadas a actividades de desarrollo de software (tanto las ya mencionadas en el área de telecomunicaciones como otras que eventualmente puedan llegar a aparecer) tengan como meta la exportación e impulsen la subcontratación de proveedores locales.

3) Características de la oferta

a) Recursos humanos

La mayor parte de los recursos humanos de las empresas de software y servicios informáticos se emplea en el área de desarrollo (34%). Un porcentaje algo menor se dedica a brindar servicios de consultoría e implementación (21%), y soporte técnico (20%) –cuadro 16-.

Se observa que quienes realizan mayores esfuerzos en materia de desarrollo son, típicamente, las firmas de tamaño mediano (entre 10 y 50 empleados) y pequeño (menos de 10 empleados). Ellas emplean en esta área el 38% de su personal, y entre un 15% y un 20% en consultoría, implementación y soporte técnico, mientras que las empresas grandes emplean el 40% de sus recursos humanos en estas actividades y un 34% en desarrollo. De todos modos, la composición del personal no varía en forma muy significativa en función del tamaño.

CUADRO 16
DISTRIBUCION DEL PERSONAL POR AREA, SEGÚN TIPO DE EMPRESA (número de empleados y %)

Area	Total		Firmas grandes		Firmas medianas		Firmas pequeñas	
	N° emp.	%	N° emp.	%	N° emp.	%	N° emp.	%
Desarrollo	1310	34%	834	32%	433	38%	43	38%
Consultoría e implementación	801	21%	574	22%	216	19%	11	10%
Soporte técnico	755	20%	621	24%	117	10%	17	15%
Comercialización y ventas	388	10%	255	10%	115	10%	18	16%
Administración	346	9%	222	8%	107	9%	17	15%
Capacitación	80	2%	38	1%	36	3%	6	5%
Otros	185	5%	80	3%	103	9%	2	2%
TOTAL	3865	100%	2624	100%	1127	100%	114	100%

Area	Total		Productos Locales		Productos extranjeros		Servicios profesionales	
	N° emp.	%	N° emp.	%	N° emp.	%	N° emp.	%
Desarrollo	1310	34%	391	36%	0	0%	919	35%
Consultoría e implementación	801	21%	205	19%	31	24%	565	21%
Soporte técnico	755	20%	133	12%	25	20%	597	22%
Comercialización y ventas	388	10%	149	14%	61	48%	178	7%
Administración	346	9%	125	12%	9	7%	212	8%
Capacitación	80	2%	35	3%	1	1%	44	2%
Otros	185	5%	41	4%	0	0%	144	5%
TOTAL	3865	100%	1079	100%	127	100%	2659	100%

Las empresas que desarrollan productos localmente emplean en el área de desarrollo una proporción de su personal similar a la de las proveedoras de servicios profesionales. Las filiales o distribuidores de productos extranjeros, como podría esperarse, no emplean personal en dicha área dado que no llevan a cabo desarrollos en el país. En este caso la mayor parte de los recursos humanos se concentra en las áreas de comercialización y ventas (48%), seguida por consultoría e implementación (24%) y soporte técnico (20%).

Como ya ha sido previamente enfatizado, el desarrollo de software es una actividad intensiva en recursos humanos calificados. Así, el 45% del personal empleado por las firmas encuestadas son graduados universitarios, y un 37% son estudiantes y técnicos. Alrededor del 70% del personal ocupado con títulos de grado y posgrado proviene de carreras informáticas (ver cuadro 17).

El nivel de calificación no varía significativamente en función del tamaño de las firmas, si bien se observa un nivel de calificación inferior en las de menor tamaño (menos de 10 empleados). Son éstas las que emplean menor porcentaje de graduados en informática y mayor proporción de empleo no calificado. Una posible explicación a este hallazgo es la presumible menor complejidad promedio de las actividades llevadas a cabo por las firmas pequeñas, aunque cabe explorar, a futuro, la incidencia de otras hipótesis alternativas.

CUADRO 17
DISTRIBUCION DEL PERSONAL POR NIVEL DE CALIFICACION, SEGÚN TIPO DE EMPRESA
(número de empleados y porcentajes)

Calificación	Total		Firmas grandes		Firmas medianas		Firmas pequeñas	
	N° emp.	%	N° emp.	%	N° emp.	%	N° emp.	%
Graduados en informática	970	30%	588	28%	356	34%	26	25%
Graduados en otras carreras	406	13%	226	11%	156	15%	24	23%
Posgrados en informática	66	2%	37	2%	27	3%	2	2%
Otros posgrados	61	2%	45	2%	16	2%	0	0%
Estudiantes de informática	758	24%	529	26%	214	20%	15	15%
Estudiantes de otras carreras	65	2%	44	2%	21	2%	0	0%
Técnicos en informática	351	11%	266	13%	76	7%	9	9%
Otros	543	17%	337	16%	179	17%	27	26%
TOTAL	3220	100%	2072	100%	1045	100%	103	100%

Calificación	Total		Productos Locales		Productos extranjeros		Servicios Profesionales	
	N° emp.	%	N° emp.	%	N° emp.	%	N° emp.	%
Graduados en informática	970	30%	362	30%	32	25%	576	31%
Graduados en otras carreras	406	13%	162	13%	25	20%	219	12%
Posgrados en informática	66	2%	30	2%	5	4%	31	2%
Otros posgrados	61	2%	10	1%	10	8%	41	2%
Estudiantes de informática	758	24%	229	19%	4	3%	525	28%
Estudiantes de otras carreras	65	2%	4	0%	0	0%	61	3%
Técnicos en informática	351	11%	133	11%	16	13%	202	11%
Otros	543	17%	281	23%	36	28%	226	12%
TOTAL	3220	100%	1211	100%	128	100%	1881	100%

No se observan diferencias significativas en cuanto a niveles de calificación entre las empresas de servicios y los desarrolladores de productos locales y extranjeros. En líneas generales, se observa entre los distribuidores de productos extranjeros una menor proporción de empleados con formación en el área de informática, lo cual es coherente con el hecho de que no llevan cabo desarrollos de software en el país. Estas firmas emplean una menor proporción de estudiantes de carreras informáticas y una mayor proporción de graduados en otras carreras que el resto.

Finalmente, hay que destacar el bajo porcentaje de empleados con posgrados en informática (2% del empleo total), y de posgrados en general (4% del empleo total). Esto se explica en parte por la escasez de profesionales con un nivel de formación más avanzado, pero también podría obedecer a que las empresas no requieren, por el tipo de desarrollos que llevan a cabo, empleados con dicho nivel de calificación. Este tema será retomado más adelante, cuando se analicen los factores de competitividad del sector y las implicancias de política.

Al margen de si este fenómeno responde a la escasez de oferta o de demanda, cabe resaltar que el número de profesionales con título de posgrados en las firmas del sector es bajo si se lo

compara con países de un nivel de desarrollo similar al de Argentina. Por ejemplo, en Brasil una encuesta realizada a 446 firmas de software en 1999 daba cuenta de la presencia de 1.308 profesionales con formación de posgrado, 180 de los cuáles tenían título de doctor. Esto da un promedio de 3 posgraduados por firma, aproximadamente el doble que en las firmas argentinas.

b) Herramientas de desarrollo

Los lenguajes de programación son las herramientas básicas para la producción de software. El dominio de herramientas de última generación permitiría, entonces, el desarrollo de aplicaciones de mayor nivel de sofisticación. La elección de una herramienta u otra estará condicionada a los requerimientos de las aplicaciones a desarrollar como así también a la destreza de los programadores.

Las firmas encuestadas emplean más de un lenguaje de programación, siendo 4 el número de lenguajes promedio utilizado. El más difundido es Visual Basic: alrededor de las dos terceras partes de las firmas encuestadas manifestó usar esta herramienta (ver cuadro 18). También es importante la utilización de HTML (58%) y Java (48%), lenguajes típicamente vinculados a desarrollos para Internet, aunque no exclusivamente.

En cuanto al uso de lenguajes orientados a objetos, los cuales se encuentran, como vimos antes, entre las tecnologías de más reciente difusión dentro del sector, cabe destacar el amplio uso de Java (48% de las firmas) –que es un lenguaje de aparición relativamente nueva y que en poco tiempo se ha convertido en un estándar para desarrollar aplicaciones para Internet de mayor sofisticación-, que contrasta con el escaso manejo del Smalltalk –el cual es un programa creado bastante antes que Java- (sólo el 11% de las firmas programa en este lenguaje). También ha tenido una significativa difusión el lenguaje C++, una herramienta "parcialmente" orientada a objetos utilizada por el 38% de las firmas. Son las firmas de mayor tamaño las que utilizan herramientas más sofisticadas. Así, el 21% de las firmas grandes programa en Smalltalk mientras que ninguna pequeña lo hace. Java, a su vez, es empleado por el 68% de las firmas grandes y sólo por el 29% de las pequeñas. En el caso de C++ las diferencias también son significativas: 53% de las firmas grandes lo emplea, contra 21% de las pequeñas.

CUADRO 18
LENGUAJES DE PROGRAMACION UTILIZADOS, POR TAMAÑO DE LAS FIRMAS
(participación en el total y dentro de cada categoría)

Lenguaje	Total	Grandes	Medianas	Pequeñas
Visual Basic	67%	84%	73%	42%
HTML	58%	63%	62%	46%
Java	48%	68%	49%	29%
Java Script	42%	53%	42%	33%
C++	38%	53%	40%	21%
C	31%	58%	29%	13%
Cobol	20%	37%	20%	8%
Delphi	18%	32%	13%	17%
Assembly	15%	26%	11%	13%
RPG	14%	26%	11%	8%
Smalltalk	11%	21%	13%	0%
Perl	10%	16%	11%	4%
Pascal	9%	11%	7%	13%
Fortran	6%	11%	0%	13%

También es bajo en general el grado de utilización de lenguajes "tradicionales", tales como Fortran, Pascal y Cobol (si bien este último es empleado por el 20% de las firmas). Podemos concluir, entonces, que predomina la utilización de lenguajes de mediana complejidad, y que son las firmas grandes las que dominan una gama más amplia de herramientas, en particular aquellas más avanzadas.

c) Plataformas de hardware y software

Casi la totalidad de las firmas (el 94%) desarrollan software para PCs (cuadro 19), habiendo un número considerable que lo hace exclusivamente para esta plataforma. En cuanto a sistema operativo, se observa un claro predominio de la plataforma Windows en sus distintas versiones (NT/98/95/2000). El hecho de que sea Windows NT la principal plataforma es consecuente con el hecho de que los desarrollos de software están netamente orientados al segmento empresarial (cuadro 20).

Son las empresas grandes y medianas las principales abastecedoras de software para sistemas de gran porte (*mainframes* y equipos AS/400) e intermedios (estaciones de trabajo y minicomputadoras), segmentos para los cuales sólo una proporción reducida de firmas pequeñas desarrolla aplicaciones. Se observa, por otro lado, un número relativamente bajo de empresas orientadas a plataformas menos convencionales como equipos industriales y dispositivos de consumo (alrededor del 10% del total en cualquiera de los dos casos). Lo mismo sucede a nivel de sistema operativo, donde predominan los desarrollos para plataformas estandarizadas como Windows.

CUADRO 19
HARDWARE PARA EL CUAL SE DESARROLLA SOFTWARE
(participación en el total y dentro de cada categoría)

Hardware	Total	Grande	Mediana	Pequeña
PC	94%	100%	93%	92%
Estaciones de trabajo	30%	47%	29%	17%
AS/400	28%	42%	29%	17%
Minicomputadoras	27%	42%	29%	13%
Mainframe	22%	32%	24%	8%
Otros	11%	26%	7%	8%
Equipos industriales	10%	11%	13%	4%
Dispositivos de consumo	9%	11%	11%	4%
Mac	1%	0%	0%	4%

Poco más de la mitad de las firmas desarrolla software para UNIX en sus distintas versiones, siendo Linux, Solaris y HP-UX las más populares. Son esencialmente las firmas medianas y grandes las que hacen desarrollos para las dos últimas. En cambio, existe una proporción importante de firmas pequeñas (25%) que hace aplicaciones para Linux. De hecho, éste es el único sistema operativo fuera de la plataforma Windows que tiene una presencia significativa entre las empresas de menor tamaño.

CUADRO 20
SISTEMAS OPERATIVOS PARA LOS CUALES SE DESARROLLA SOFTWARE
(participación en el total y dentro de cada categoría)

Sistema operativo	Total	Grandes	Medianas	Pequeñas
Windows NT	88%	89%	96%	71%
Windows 98	76%	79%	78%	71%
Windows 95	66%	74%	62%	67%
Windows 2000	66%	79%	64%	58%
Linux	36%	37%	42%	25%
Solaris	33%	47%	40%	8%
HP-UX	33%	53%	40%	4%
Windows 3.x	31%	53%	29%	17%
AIX	30%	42%	38%	4%
OS/400	28%	37%	31%	17%
SCO	26%	37%	33%	4%
NetWare	23%	32%	24%	13%
WinCE	19%	26%	24%	4%
MVS	16%	26%	18%	4%
OS/2	13%	37%	9%	0%
Irix	5%	5%	4%	4%
MacOS	1%	0%	0%	4%

d) Areas de aplicación

En línea con las conclusiones arrojadas por otros estudios (IAD, 2000; Correa, 1996), se observa entre los desarrolladores locales de productos de software un alto grado de concentración en las áreas de contabilidad y gestión empresarial (cuadro 21), en las cuales pueden gozar de las ventajas derivadas de la cercanía geográfica, la adaptación idiosincrática a las necesidades de los usuarios, el conocimiento del mercado local, etc. Son las aplicaciones de tipo ERP las más ofertadas por este grupo de firmas, seguidas por otras orientadas al manejo de compras y proveedores y a la gestión contable. Por otro lado, como era previsible, es mínima la proporción de desarrolladores locales que ofrecen software “de base” y utilitarios (herramientas de programación, antivirus, sistemas operativos, etc.) así como las aplicaciones genéricas más difundidas (planillas de cálculo, procesadores de texto, etc.), y, cuando ello ocurre, presumiblemente se trata de aplicaciones desarrolladas en el extranjero, más allá de algunos casos aislados.

CUADRO 21
AREA DE APLICACIÓN DEL SOFTWARE (porcentajes)

<i>Segmento vertical</i>	Total	Productos locales	Productos extranjeros	Servicios
Bancos y sector financiero	50%	45%	80%	51%
Telecomunicaciones	43%	37%	80%	44%
Comercios y supermercados	40%	42%	60%	36%
Salud	39%	37%	80%	36%
Administración Pública	32%	32%	60%	29%
Agrobusiness	22%	21%	40%	20%
Automatización industrial	18%	16%	40%	18%
Educación	16%	14%	60%	16%
Entretenimiento	15%	11%	40%	16%
<i>Segmento horizontal</i>				
Gestión empresarial (ERP)	49%	50%	60%	47%
Compras y proveedores	48%	50%	40%	47%
E-commerce	48%	42%	40%	53%
Contabilidad	41%	42%	40%	40%
Recursos humanos	35%	32%	20%	40%
Sistemas de producción	33%	26%	40%	38%
Logística	27%	26%	40%	27%
Auditoría	14%	11%	20%	16%
Comercio exterior	11%	8%	20%	13%
<i>Programas de uso genérico</i>				
Acceso a Internet	20%	24%	60%	13%
Herramientas de programación	19%	18%	40%	18%
Administración de redes	15%	8%	60%	16%
Sistema operativo	15%	18%	40%	9%
Correo electrónico	13%	8%	60%	11%
Antivirus	11%	11%	60%	7%
Planilla de cálculo	9%	8%	60%	4%
Procesador de texto	8%	5%	60%	4%
Directorio	5%	3%	40%	2%

En el caso de los proveedores de servicios, se observa un patrón de especialización similar, aunque para este grupo el *e-commerce*, que ha tenido un crecimiento importante durante los últimos años en Argentina, es el área de aplicación predominante. Las filiales y distribuidoras de productos extranjeros, por su parte, tienen un mayor grado de diversificación en términos de áreas de aplicación del software. Esto es, en su conjunto abarcan todas las áreas, aunque cada empresa en particular obviamente puede tener un rango de especialización más limitado.

En cuanto a las industrias o sectores económicos abastecidos, la mayoría de las empresas que desarrollan software en el país comercializa aplicaciones orientadas al sector bancario y financiero (45%), comercios y supermercados (42%), salud y telecomunicaciones (37% en ambos casos) y administración pública (32%). También son éstas las áreas de aplicación predominantes entre las empresas de servicios y los distribuidores de productos extranjeros. Un hecho interesante es que, por escaso margen, el agrobusiness supera como sector de aplicación a la automatización industrial.

Un hecho significativo es que, al contestar la encuesta, un gran número de firmas tendió a marcar un elevado número de áreas de aplicación. Esto podría deberse, en particular entre las firmas de mayor tamaño, a que sus actividades tienen una amplia cobertura, así como también, para las firmas más pequeñas, a la flexibilidad de adaptación a distintos requerimientos. Sin embargo, la interpretación más plausible probablemente es que dicha tendencia obedece a que las firmas, especialmente las pequeñas y medianas, para sobrevivir en el contexto local, están dispuestas a atender las demandas más variadas, lo cual puede, a largo plazo, estar conspirando contra sus capacidades de aprendizaje y especialización en segmentos específicos.

Es interesante contrastar estos datos con algunas observaciones provenientes de trabajos previos en los cuales se discutían alternativas de especialización para el sector de SSI en la Argentina. En particular, en Perazzo *et al* (1999) se proponían cinco áreas de especialización: i) software educativo y de entretenimiento (*edutainment*) –aquí las oportunidades estarían en el mercado de habla hispana, tanto sea traduciendo programas de origen extranjero como desarrollando productos propios-; ii) sector agropecuario –con aplicaciones dirigidas tanto a productores como al sector público-; iii) computación industrial –esencialmente con desarrollos “a medida”; iv) sector público; v) aplicaciones médicas –básicamente para administración de servicios de salud, pero también para otras áreas como telemedicina-.

La Argentina contaría con ventajas para avanzar en las mencionadas líneas de especialización en función de, entre otros factores (y además de la disponibilidad de profesionales capacitados): i) nivel cultural alto para el promedio latinoamericano (esto aplica, por ejemplo, para áreas como *edutainment*); ii) la existencia de mercados internos potencialmente significativos para aplicativos específicos (agro, automatización industrial); iii) fuerte desarrollo del sistema de salud –siempre en el promedio latinoamericano-; iv) relativamente avanzado nivel de informatización del sector público argentino y reconocimiento a la experiencia y capacidad del país en la materia en los restantes países latinoamericanos; v) el idioma, factor determinante para avanzar en América Latina en varias de las áreas mencionadas.

Los resultados de nuestra encuesta ponen de manifiesto la existencia de desarrollos locales orientados hacia algunas de las áreas mencionadas, particularmente hacia el sector salud y la administración pública, y en menor proporción hacia el *agrobusiness* y la computación industrial. El software educativo y de entretenimiento, por su parte, es el que menor importancia tiene entre las aplicaciones verticales. Sin embargo, difícilmente pueda hablarse de un proceso de especialización en estas áreas, en la medida en que, como se dijo antes, la mayor parte de las firmas se concentran en el desarrollo de aplicaciones de tipo horizontal, en particular software contable y ERPs. Resulta llamativo, además, el hecho de que muy pocas empresas desarrollan software exclusivamente para un determinado segmento o industria, lo cual sugiere, tal como se advirtió más arriba, un escaso grado de especialización a nivel vertical.

En tanto, en el estudio de Stamm (2000), donde tampoco se detectaban tendencias evidentes hacia la especialización en ninguna de las áreas señaladas por Perazzo *et al* (1999), se mencionaba que el software para telecomunicaciones podía ser otra área potencial de especialización para la Argentina. Las nuevas inversiones anunciadas por firmas extranjeras, así como la presencia de un número considerable de productores locales orientados a esta área, sugieren que este nicho podría constituirse en un segmento de especialización viable a futuro.

e) Calidad

Son las firmas grandes las que realizan mayores esfuerzos en materia de calidad. Entre el 55% y el 60% de las mismas elabora planes estratégicos con actualización periódica, incluye metas de calidad en los planes y elabora indicadores de calidad de productos y servicios en forma sistemática (cuadro 22). En contraste, la proporción de firmas pequeñas y medianas que lleva a cabo dichas prácticas regularmente oscila entre el 20% y el 30%.

CUADRO 22
INDICADORES DE CALIDAD POR TAMAÑO DE LAS FIRMAS
(número de firmas y participación dentro de cada categoría)

Elaboración de planes estratégicos	Grandes		Medianas		Pequeñas		Total	
	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.
Con actualización sistemática	13	60%	10	22%	4	23%	27	31%
Sin actualización periódica	5	25%	18	40%	9	41%	32	37%
En implantación	2	10%	14	31%	5	23%	21	24%
No se elaboran	0	5%	3	7%	4	14%	7	8%
TOTAL	20	100%	45	100%	22	100%	87	100%
Inclusión de metas o directrices para la calidad	Grandes		Medianas		Pequeñas		Total	
	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.
Sí, con actualización sistemática	12	55%	10	22%	8	41%	30	34%
Sí, sin actualización periódica determinada	7	35%	17	38%	4	18%	28	32%
En implantación	1	10%	16	36%	6	23%	23	26%
No se elaboran	0	0%	2	4%	4	18%	6	7%
TOTAL	20	100%	45	100%	22	100%	87	100%
Indicadores de calidad de productos y servicios	Grandes		Medianas		Pequeñas		Total	
	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.
Sí, con actualización sistemática	12	55%	11	24%	5	27%	28	32%
Sí, sin actualización periódica determinada	6	30%	17	38%	10	45%	33	38%
En implantación	2	10%	13	29%	2	9%	17	20%
No se elaboran	0	5%	4	9%	5	18%	9	10%
TOTAL	20	100%	45	100%	22	100%	87	100%

Sólo 14 firmas (el 16% de la muestra) han implantado un programa de calidad, incluyendo en este número a 3 empresas de hardware y telecomunicaciones (cuadro 23). De estas 14 empresas, 8 fueron certificadas bajo las normas ISO 9001/2 y una implantó un programa propio de calidad, mientras que las restantes no indicaron el tipo de programa implementado. Ninguna contestó haber implantado un programa de acuerdo al modelo CMM.

En relación con otros países de ingreso tardío al sector, el bajo porcentaje de empresas con certificación sugiere que las firmas argentinas otorgan escasa importancia al tema de la calidad. Ya se ha mencionado en el capítulo 1 que la India es uno de los países que cuenta con mayor cantidad de firmas certificadas, lo cual es lógico teniendo en cuenta el papel central que juega la reputación en el tipo de servicio que exporta dicho país. Por otro lado, una encuesta realizada a firmas brasileñas de software mostraba que el 26% de las mismas (esto es, 118 sobre 445) contaban con una certificación de calidad en 1999. Dicha proporción se habría incrementado en los últimos dos años, en alguna medida gracias a la política impulsada por el gobierno brasileño en materia de calidad. En este sentido, se ha planteado que, además de la falta de políticas específicas en el tema por parte del gobierno argentino, el perfil de la demanda de los usuarios locales tampoco induce a las firmas a avanzar más en materia de calidad.

La proporción de empresas que cuenta con un programa de calidad es mayor entre las firmas grandes (40%) que entre las pequeñas y medianas (9%), y entre los desarrolladores de

productos locales (21%) que entre los proveedores de servicios (9%). De las empresas que comercializan software producido en el exterior, ninguna ha implementado un programa de este tipo en nuestro país.

En tanto, otras 34 firmas tienen en estudio la implementación de programas de calidad, siendo mayores las proporciones relativas en el caso de las firmas medianas y grandes, así como entre los desarrolladores de productos locales y los proveedores de servicios.

CUADRO 23
PROGRAMAS DE CALIDAD IMPLEMENTADOS
(número de firmas y participación dentro de cada categoría)

Por tamaño	Grandes		Medianas		Pequeñas		Total	
	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.
Sí	8	40%	4	9%	2	9%	14	16%
En estudio	7	35%	22	49%	5	23%	34	39%
No	5	25%	19	42%	15	68%	39	45%
TOTAL	20	100%	45	100%	22	100%	87	100%

Por actividad	Prod. locales		Prod. Extranjeros		Servicios		Total	
	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.	N°	Part.
Sí	8	21%	0	0%	4	9%	14	16%
En estudio	15	39%	2	40%	19	43%	34	39%
No	15	39%	3	60%	21	48%	39	45%
TOTAL	38	100%	5	100%	44	100%	87	100%

f) Capacidad innovativa

Casi las dos terceras partes de las firmas encuestadas lanzaron nuevos productos al mercado en los últimos dos años. De ellas, aproximadamente la mitad lo hizo en más de dos oportunidades. Fueron las firmas grandes quienes lanzaron, en promedio, un mayor número de productos (cuadro 24).

Los desarrolladores de productos locales se mostraron más dinámicos que los proveedores de servicios y las empresas de software extranjero: un 86% de las mismas presentó nuevos productos durante este período, frente a un 52% y 43% en los otros dos casos. Sin embargo, el número de lanzamientos promedio de las filiales y distribuidores de productos extranjeros fue mayor que el de las firmas que desarrollan productos en el país.

CUADRO 24
CANTIDAD DE EMPRESAS QUE LANZARON NUEVOS PRODUCTOS EN LOS ULTIMOS 2 AÑOS Y NUMERO DE LANZAMIENTOS PROMEDIO, POR CATEGORÍA

<i>Por tamaño</i>	Total		Grandes		Medianas		Pequeñas	
	N° firmas	% grupo	N° firmas	% grupo	N° firmas	% grupo	N° firmas	% grupo
Sí	60	65	13	65%	30	65%	17	65%
-más de dos lanzamientos	29	31	7	35%	14	30%	8	31%
-dos lanzamientos o menos	31	34	6	30%	16	35%	9	34%
Promedio de lanzamientos	3,8	-	4,6	-	3,6	-	3,4	-
No	32	35	7	35%	16	35%	9	35%

<i>Por actividad</i>	Total		Prod. Locales		Prod. Extranjeros		Servicios	
	N° firmas	% grupo	N° firmas	% grupo	N° firmas	% grupo	N° firmas	% grupo
Sí	60	65	32	86%	3	43%	25	52%
-más de dos lanzamientos	29	31	15	40%	3	43%	11	23%
-dos lanzamientos o menos	31	34	17	46%	0	0%	14	29%
Promedio de lanzamientos	3,8	-	4,0	-	8,7	-	2,8	-
No	32	35	5	14%	4	57%	23	48%

A pesar de ser relativamente activas en materia de presentación de nuevos productos, no hay indicios ciertos de que las firmas locales llevan a cabo desarrollos verdaderamente innovadores. De hecho, no hemos incluido en nuestra encuesta una pregunta específica sobre actividades locales de I&D, considerando que serían estrictamente muy pocas las empresas que realizan dicho tipo de actividades. A la vez, el dato relativo al elevado porcentaje de personal empleado en actividades de desarrollo debe ser interpretado con cautela. Por un lado, dicho dato indica que una buena parte de las firmas del sector de SSI dedican recursos relativamente significativos a actividades de innovación definidas en un sentido amplio. Sin embargo, también hay que recordar lo expresado en el capítulo inicial en el sentido de que la producción de software es en sí misma una actividad innovativa, lo cual llama tal vez a la necesidad de desarrollar indicadores de innovación específicos para este sector, tarea que obviamente excede las intenciones y posibilidades del presente estudio.

En cualquier caso, en la Argentina, presumiblemente, la mayoría de los lanzamientos de nuevos productos obedece a la necesidad de mejorar y adaptar los productos a las nuevas tecnologías y plataformas disponibles, o bien de ampliar el rango de aplicaciones ofrecidas (en otras palabras, se trata de innovaciones “menores”). Entre otros factores explicativos de la casi nula presencia de desarrollos innovativos de más amplio alcance hay que considerar que, tal como ha sido señalado por varios expertos y empresarios consultados para este trabajo, la escala relativamente pequeña del mercado doméstico dificulta la posibilidad de que las firmas locales dediquen esfuerzos significativos para actividades de I&D, cuya recuperación exigiría en muchos casos el disponer de mercados más amplios. Asimismo, se ha mencionado que las

empresas locales trabajan con una demanda poco sofisticada y clientes con bajas exigencias, lo que limita los procesos de aprendizaje innovativos.

Un caso excepcional en su momento fue el de la firma Intersoft, que en 1995 fue premiada por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) por su capacidad innovativa y por el establecimiento de un laboratorio de desarrollo de software en Argentina (ver Box 2). La firma, que se destacó tanto por haber generado sus propios “ambientes” de desarrollo de software como por la calidad y competitividad de sus aplicativos, llegó a contar con filiales en Brasil y México y un laboratorio para el desarrollo de software en Rusia. La necesidad de contar con capitales para financiar su expansión llevó a sus dueños a ingresar en negociaciones con inversores externos, lo cual abrió una nueva etapa para la empresa (ver Capítulo 3).

La principal fuente de información para las actividades de innovación de las firmas son las publicaciones de divulgación general y otras empresas de software (cuadro 25). Con una frecuencia algo menor, las firmas acuden a congresos o a sus clientes. Los foros, publicaciones académicas, consultoras y empresas de hardware son fuentes de consulta circunstancial.

Es particularmente débil el vínculo que mantienen las empresas del sector con las universidades. Así, más del 60% de las firmas encuestadas manifestó no utilizarlas nunca como fuente de innovación, siendo los proveedores de servicios quienes lo hacen con mayor frecuencia relativa. En contraste, las empresas que comercializan productos extranjeros no lo hacen nunca.

CUADRO 25
FUENTES DE INFORMACION PARA LA INNOVACION, POR TIPO DE EMPRESA^c

Fuentes	Total	Grandes	Medianas	Pequeñas	Productos locales	Productos extranjeros	Servicios
Publicaciones de divulgación general	2,3	2,4	2,3	2,2	2,3	1,7	2,3
Empresas de software	2,2	2,5	2,2	2,0	2,1	2,2	2,3
Congresos	2,1	2,1	2,2	1,9	2,1	1,8	2,2
Clientes	1,8	2,3	1,8	1,6	1,8	2,2	1,8
Foros	1,8	1,8	1,7	1,9	1,8	1,2	1,8
Publicaciones académicas	1,8	1,9	1,7	1,7	1,8	1,2	1,8
Consultoras	1,8	2,0	1,8	1,4	1,7	2,0	1,8
Empresas de hardware	1,7	2,3	1,6	1,4	1,7	1,8	1,8
Universidades	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,0	1,6

1: el indicador varía entre 1 y 3. Un valor de 1 indica que las empresas no consultan nunca esa fuente de información, mientras que un valor de 3 indica que lo hacen en forma frecuente.

Box 2. La experiencia de una firma argentina innovadora en software: Intersoft

Intersoft fue una de las primeras empresas locales creadas con el propósito exclusivo de desarrollar software. Fundada en Mendoza hacia 1983 por tres jóvenes profesionales del área de informática oriundos de Buenos Aires, al poco tiempo se mudó a esta última ciudad para insertarse en un nicho que luego se constituyó en un importante mercado: las aplicaciones para ambientes Unix. La escasez de soluciones para ese segmento, así como los esfuerzos propios en materia I&D, le permitieron ocupar una posición destacada dentro del mismo.

Con el transcurso del tiempo y aprovechando la fuerte expansión de la demanda local de bienes informáticos, la empresa fue creciendo e incorporando nuevos productos y servicios orientados al mercado empresarial. A principios de la década de 1990, competía con los principales proveedores internacionales de bases de datos y productos ERP, a la vez que generaba sus propias herramientas y ambientes de desarrollo.

El siguiente paso fue ir en busca de los mercados externos. Así, la empresa abrió oficinas en Brasil, México y Venezuela, llegando incluso a montar un laboratorio de desarrollo en Rusia. Sin embargo, la expansión se vio frenada por una serie de factores, entre ellos la progresiva consolidación de la industria en manos de unos pocos proveedores internacionales. El mercado local no proporcionaba una masa crítica suficiente para llevar a cabo desarrollos de magnitud, y la penetración en otras regiones fue tornándose cada vez más trabada.

A pesar de ello, la empresa continuó con su política de concentrarse en nichos de alto contenido innovativo y crecimiento potencial. Así, a mediados de los años '90 decidió apostar fuertemente a la tecnología Java, llegando a convertirse en una de las primeras firmas en realizar una implementación comercial basada 100% en esa plataforma. Por otro lado, comenzó a gestarse la idea de crear un nuevo conjunto de herramientas de desarrollo para generar componentes multiplataforma en lenguaje Java. Esto dio lugar a FuegoTech, un *spin off* de Intersoft que a fines de la década de 1990 se estableció en Estados Unidos con el propósito de manejar en forma independiente la nueva línea tecnológica (ver box 4 en el capítulo 3).

A partir de ese momento, Intersoft entró en una profunda reestructuración que incluyó la tercerización de sus actividades de servicios. En función de este proceso el personal se redujo a 60, siendo que en algún momento habían llegado a emplear a más de 200 personas. Actualmente la empresa se concentra en el mercado de productos de liquidación de haberes, y cuenta con un número importante de clientes grandes (Telecom, Shell, Nestlé, Unilever y otros) y medianos. A diferencia de otras firmas locales como Axoft, Sistemas Bejerman, Calipso y Buenos Aires Software, que ofrecen productos relativamente estandarizados para PyMEs, Intersoft se ha orientado a clientes que requieren un mayor grado de flexibilidad.

f) La percepción de las firmas

Las firmas fueron consultadas acerca de cuáles eran las áreas en las que presentaban mayores ventajas y/o desventajas competitivas. Si bien es preciso analizar estos resultados con cierta cautela, dada la tendencia por parte de la mayoría de los encuestados a asignarse una calificación elevada en todas las variables, los mismos pueden servir para detectar cuáles son los factores de competitividad “microeconómica” relativamente más favorables.

La principal fortaleza, para casi todos los grupos de firmas (exceptuando aquellas que comercializan productos extranjeros, donde el factor más destacado es "calidad"), es la capacidad de adecuación a las especificidades del usuario (cuadro 26). Esto refuerza la idea de que el sector argentino de SSI tiene rasgos altamente idiosincráticos, centrándose en el desarrollo de aplicaciones a medida o bien de productos con cierto grado de estandarización pero que pueden ser adaptados a los requerimientos particulares del usuario, como es el caso de los paquetes de software de contabilidad y gestión empresarial. Dicha necesidad de adaptación puede explicar, en alguna medida, el alto grado de diversificación de las firmas al cual se hizo referencia anteriormente.

La calidad de los productos y servicios y la asistencia técnica son también señalados como factores favorables, independientemente del tamaño y de la actividad que realicen las firmas. Parecen ser más fuertes en capacidad innovativa las empresas grandes y las que desarrollan software en el país, en contraste con las que comercializan software extranjero y las de menor tamaño, si bien las diferencias no resultan muy significativas. Cabe señalar, sin embargo, que, de acuerdo a la evidencia presentada en secciones anteriores, en la práctica serían pocas las firmas que se destacan en calidad e innovación dentro del sector en su conjunto.

CUADRO 26
PRINCIPALES FACTORES DE COMPETITIVIDAD DE LAS FIRMAS¹

	Total	Grande	Mediana	Pequeña	Productos locales	Productos extranjeros	Servicios
Especificidades del usuario	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,4
Calidad	4,3	4,5	4,2	4,3	4,3	4,8	4,2
Asistencia técnica	4,2	4,1	4,2	4,3	4,2	4,0	4,2
Innovación	4,0	4,3	4,0	3,8	4,4	3,8	3,7
Ingeniería	3,9	4,1	3,9	3,8	4,2	4,3	3,7
Plazo	3,7	4,0	3,6	3,6	3,9	4,0	3,5
Conoc. del prod. en el mercado	3,7	3,8	4,0	3,4	3,9	3,7	3,6
Precio	3,5	3,4	3,4	3,8	3,6	3,2	3,5
Escala	3,0	3,5	2,8	2,8	3,0	3,7	2,8
Comercialización	3,0	3,3	2,9	2,8	3,2	3,7	2,6

1: el indicador puede variar entre 1 y 5. Valores cercanos a 5 indican variables que juegan en forma "muy favorable" para el desarrollo de las firmas, mientras que valores cercanos a 1 indican variables que lo hacen en forma "muy desfavorable". En cada caso se tomaron los valores promedio por categoría.

En cuanto a debilidades, la escala de producci

ón y los sistemas de comercialización parecen ser los principales obstáculos de las firmas medianas y pequeñas y para los proveedores de servicios. Por su parte, las empresas de productos desarrollados en el exterior señalaron tener menores ventajas en precios, si bien en promedio este factor parece no incidir en la situación competitiva del grupo.

ANEXO: EL SECTOR DE SSI EN LAS DECADA DE 1980 Y 1990

Ya en los años 1970 existía una oferta local, aunque obviamente incipiente, de SSI⁵³. Recién en 1987 se produce un primer relevamiento del sector, mediante una encuesta a 180 empresas (de las cuales 10 eran de capital extranjero), dedicadas a la comercialización de software en el mercado argentino (SECyT, 1987). Las principales conclusiones de dicho informe eran las siguientes:

- Mercado: en 1985 el mercado argentino de software alcanzaba los U\$S 34,4 millones, contra U\$S 7 millones que se habían registrado en 1980. Estas cifras excluían a aquellas transacciones en las cuales se tomaban licencias de uso de software directamente con empresas radicadas en el exterior, operaciones que, según el informe de la SECyT, eran de magnitud significativa en los segmentos de grandes firmas locales y extranjeras, así como en las empresas públicas. Sumando a esto el hecho de que la estimación de U\$S 34 millones ya se consideraba como inferior a la magnitud real del mercado dado que existía un comercio informal significativo, se concluía que la demanda local de software era, en la práctica, al menos del doble de la mencionada cifra.
- Oferta local: se estimaba que más del 70% del mercado local era abastecido por software de origen importado. Mientras que el software de base (sistemas operativos, por ejemplo) y los programas utilitarios eran de origen predominantemente extranjero, los programas de aplicación (usados en aquel momento esencialmente con fines administrativos, contables e impositivos) eran abastecidos en forma mayoritaria por firmas locales. La necesidad de contemplar aspectos idiosincráticos de las normas contables e impositivas del país era el factor determinante de la presencia de oferta local en ese rubro de mercado.
- Grado de concentración: la concentración de la oferta de software resultaba elevada. Diez firmas acaparaban 79% del mercado, cinco un 70% y la primera el 41%. Sólo dos de las diez firmas líderes tenían como actividad principal al desarrollo de software, siendo las restantes comercializadoras de software de terceros (de origen principalmente importado), productoras de equipos informáticos (este grupo incluía exclusivamente a filiales de ET) y/o empresas de servicios informáticos. En la práctica, para la mayor parte de las firmas encuestadas la comercialización de software –fuera propio o de terceros- resultaba una actividad más entre una gama diversificada de rubros de operación.
- Desarrollo de software: de las 180 empresas encuestadas, unas 120 desarrollaban alguna actividad de producción de software propio, por un valor total de U\$S 10 millones⁵⁴. Las “casas de software” eran casi exclusivamente firmas pequeñas –facturación inferior a U\$S 100 mil-, aunque había un grupo de firmas medianas que desarrollaban software propio pero

⁵³. Es posible que ya en la década de 1960 hubiera alguna actividad en desarrollo de software y oferta de servicios informáticos en el país, pero, hasta donde conocemos, no se encuentran documentados.

⁵⁴. Este dato resulta compatible con una estimación presentada en Chudnovsky (1986), que señalaba la existencia de unas 200 firmas operando con desarrollos propios en el mercado argentino.

que se dedicaban principalmente a actividades de asesoría, consultoría y procesamiento de datos o bien a la comercialización de equipos informáticos y/o software de terceros.

- Antigüedad de las firmas: 2/3 de las empresas encuestadas habían comenzado con la comercialización de software en los años 1980 (aunque un número de ellas ya existía con anterioridad a dicha fecha). Una parte de estas empresas ya había comenzado antes de 1980 con el desarrollo de software, aunque no lo vendiera separadamente; 38 empresas ya desarrollaban software antes de 1976 y algo menos de 90 antes de 1980.
- Personal: el personal ocupado en desarrollo de software llegaba a 1178 personas, de los cuales más de 40% eran egresados de carreras de computación y sistemas, en tanto otro 11% se había graduado en otras carreras universitarias. El resto eran mayoritariamente programadores y analistas-programadores. Sólo 3 firmas tenían más de 35 personas en el área de desarrollo, en tanto la mayoría ocupaba menos de 5 personas en esa actividad.
- Tipos de software: el software desarrollado localmente era principalmente de tipo “a medida” y consistía en programas de aplicación para micro y minicomputadoras con fines administrativo-contables. En orden de magnitud le seguía el software destinado a control de procesos, pero muy lejos de la importancia de los desarrollos administrativo-contables.

En cuanto a servicios informáticos, por la misma época un trabajo había detectado la existencia de casi 300 firmas que realizaban tareas relacionadas con el procesamiento de datos. La mayoría de ellas eran de tamaño pequeño (menos de 15 personas ocupadas), y se ocupaban de temas tales como asesoramiento y consultoría de sistemas, desarrollo e instalación de software, procesamiento de datos, etc. De acuerdo con una encuesta realizada en aquel momento, unas 100 de esas firmas ocupaban a algo más de 2000 personas (Bour, 1985).

De los datos de ambos trabajos surge un panorama en el cual, en un contexto donde predominaba claramente el uso de software importado, ya existía a mediados de los años 1980 un sector de SSI con un cierto grado de desarrollo. Considerando la probabilidad de que existieran numerosas superposiciones entre los universos de las dos encuestas que comentamos, no podemos simplemente sumar los datos de ambas. En consecuencia, la estimación más conservadora sugiere que al menos existían 300 firmas operando en SSI en aquella época, aunque probablemente la cifra real era superior. De ellas, alrededor de unas 200 realizaban desarrollos de software, aunque no necesariamente para comercializarlos separadamente. Estas estimaciones, cabe aclarar, no incluían a las firmas e instituciones que realizaban software para uso propio (“autodesarrolladoras”).

¿Cuáles eran las fortalezas y debilidades del sector en aquel momento? Las firmas locales consideraban que los bajos salarios relativos y la disponibilidad de personal calificado eran sus principales ventajas competitivas, las cuales, de todos modos, no alcanzaban a compensar las limitaciones provenientes del tamaño pequeño del mercado, la falta de recursos y capacidades en I&D y marketing y las restricciones para el acceso al mercado de capitales (Correa, 1990).

Un poco más adelante, otro informe (Correa, 1996) señalaba que a mediados de los años 1990 había aproximadamente 300 empresas activas en la producción y/o distribución de software,

empleando a unas 3000 personas en actividades vinculadas con software y a unas 1500 en la provisión de servicios. Un tercio del mercado, que se estimaba en U\$S 190 millones, era provisto por firmas nacionales y el resto por importaciones. Las exportaciones eran ocasionales, aun cuando existían empresas que buscaban socios extranjeros y participaban en exhibiciones internacionales con el objetivo de penetrar en terceros mercados.

Comparando estos datos con los antes comentados, referidos a mediados de los años 1980, pareciera que entre dicho momento y mediados de los años 1990 no se observó un crecimiento significativo en el número de firmas activas –aunque obviamente es de suponer que se produjeron numerosas “alzas y bajas”, considerando la juventud del sector-. Sin embargo, el mercado local aparentemente había crecido en forma sustantiva en el citado período, con una participación relativa de la oferta doméstica relativamente constante.

CAPITULO III. FACTORES EXOGENOS DE COMPETITIVIDAD Y POLITICAS PUBLICAS

En este capítulo se analiza en qué medida las condiciones del entorno económico e institucional favorecen el desarrollo de la producción local de SSI. En la sección 1 se discute la percepción de las firmas encuestadas sobre la incidencia de los factores de competitividad "exógenos". A continuación, en la misma sección se analizan con cierto detalle tres cuestiones: i) la disponibilidad y el costo de los recursos humanos calificados; ii) el acceso al financiamiento; y iii) la infraestructura tecnológica y de comunicaciones. En la sección 2, se discute específicamente el tema de la propiedad intelectual. En la sección 3 se presenta brevemente la información referida al tipo de políticas que, según las firmas del sector, podrían favorecer su desarrollo.

1) Los factores exógenos de competitividad

a) La percepción de las firmas

El único factor propio del entorno que contribuye en forma inequívocamente favorable al desarrollo del sector desde la perspectiva de las firmas es la calidad de los recursos humanos (ver cuadro 27). En particular, son las empresas grandes y medianas, y las proveedoras de servicios y de productos locales quienes más valoran este factor de competitividad. El hecho de que sean las firmas pequeñas y las que comercializan productos extranjeros quienes le otorgan una menor ponderación relativa puede estar asociado, en el primer caso, a la menor complejidad de las aplicaciones desarrolladas y, en el segundo, al hecho de no llevar a cabo actividades de desarrollo en el país.

CUADRO 27
FACTORES DE COMPETITIVIDAD PROPIOS DEL ENTORNO¹

	Total	Grande	Mediana	Pequeña	Productos locales	Productos exterior	Servicios
Calificación de la mano de obra	3,8	4,2	4,0	3,3	3,8	3,3	4,0
Tipo de cambio	2,8	2,8	2,8	3,0	2,9	3,0	2,8
Calidad de las telecomunicaciones	2,8	3,0	2,8	2,6	2,8	3,0	2,8
Costo laboral	2,2	1,9	2,1	2,5	2,3	2,2	2,1
Disponibilidad de crédito	2,2	2,5	2,1	2,1	2,3	2,7	2,0
Tasa de interés	2,1	2,4	2,0	2,0	2,2	2,3	2,0
Costo de las telecomunicaciones	2,0	1,9	2,2	1,8	2,0	2,0	2,0
Estructura impositiva	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,2	1,5

1: el indicador puede variar entre 1 y 5. Valores cercanos a 5 indican variables que juegan en forma "muy favorable" para el desarrollo de las firmas, mientras que valores cercanos a 1 indican variables que lo hacen en forma "muy desfavorable". Valores cercanos a 3 indican, por su parte, que la variable "no incide". En cada caso se tomaron los valores promedio por categoría.

En segundo lugar se ubican el tipo de cambio y la calidad de las telecomunicaciones, si bien como factores levemente desfavorables. Cabe señalar que para la mayor parte de las firmas el tipo de cambio es un factor que "no incide" en su desempeño, hecho que no resulta sorprendente dada la fuerte orientación de las mismas hacia el mercado interno. En cambio, la

calidad de las telecomunicaciones parece afectar positivamente a algunas firmas y negativamente a otras, lo cual hace que en promedio dicha variable no tenga una incidencia significativa.

El costo laboral juega en forma desfavorable para las firmas grandes, mientras que para las firmas pequeñas no tendría en principio mayor incidencia. Nuevamente, esto puede estar vinculado al menor nivel de calificación del personal empleado por el segundo grupo, y a la menor complejidad de las aplicaciones desarrolladas por las mismas. Al mismo tiempo, puede haber entre las primeras un mayor nivel de conciencia acerca de los altos costos relativos en materia laboral, a los cuales ya se hizo referencia anteriormente.

La disponibilidad de crédito y las tasas de interés, por otra parte, son factores evaluados en forma negativa por las firmas pequeñas y medianas pero parecen afectar en menor medida a las de mayor tamaño o a las que comercializan productos extranjeros. Esto apoya la presunción lógica de que dichos grupos cuentan con una gama de opciones de financiamiento más amplia que las empresas pequeñas y las que desarrollan software en el país.

El costo de las telecomunicaciones afecta negativamente a todos los grupos de firmas, independientemente de la actividad que realicen. Finalmente, la estructura impositiva (esto es, las cargas impositivas y laborales) es el factor que mayor impacto negativo tendría sobre el sector. Esto explica que, como se verá más adelante, el otorgamiento de incentivos fiscales sea la medida de política más reclamada por las firmas.

b) Los recursos humanos

Como vimos más arriba, las firmas del sector han considerado a la calidad de los recursos humanos como la principal ventaja competitiva para el desenvolvimiento del sector de SSI. Cabe explorar, entonces, el actual estado de la oferta de graduados y carreras en informática, y complementar la opinión de las firmas con algunos estudios previos e informaciones adicionales recogidas durante la realización de este trabajo que permiten un análisis más completo respecto del tema.

Al presente existen 198 carreras de grado en el área de informática y sistemas. Más de la mitad de ellas (111) son carreras cortas (de 2 a 3 años de duración) que otorgan títulos de analista de sistemas, técnico, profesor, etc. En tanto, hay 87 carreras que dan títulos de licenciado o ingeniero, y que en general tienen 5 años de duración o más (aunque excepcionalmente algunas licenciaturas duran 4 años). Algo más de la mitad de estas carreras (102) se dictan en instituciones privadas, en tanto que 96 se cursan en universidades nacionales (cuadro 28). El grueso de las carreras de grado se concentra en la Capital Federal (50 carreras), seguida de la provincia de Buenos Aires (35), Mendoza (22) y Córdoba (20). Otros lugares con una importante oferta de carreras de grado son Santa Fe (12), La Rioja (8), Misiones y Salta (7 cada una).

En cuanto a carreras de posgrado, existen 37 (aproximadamente se reparten por mitades entre aquellas que se dictan en universidades nacionales y las que se cursan en instituciones privadas); 5 de ellas otorgan títulos de doctorado, otras 9 son especialidades y las restantes 23 maestrías (cuadro 29). La provincia de Buenos Aires (con 13 carreras) y la Capital Federal (con

17) son el centro casi exclusivo de radicación de esta oferta académica, que también existe en San Luis (tres carreras), Santiago del Estero, Santa Fe, Mendoza y Tucumán (1 carrera cada una).

CUADRO 28
CARRERAS DE GRADO EN INFORMATICA SEGUN TIPO DE UNIVERSIDAD Y PROVINCIA. 1999.

Provincia	Universidades Nacionales		Universidades Privadas		Total
	Cortas ¹	Largas ²	Cortas ¹	Largas ²	
Buenos Aires	8	8	10	9	35
Capital Federal	9	7	17	17	50
Catamarca	3	1			4
Chubut	1				1
Cordoba	8	5	4	3	20
Corrientes	1	1			2
Entre Ríos	1	1	1	1	4
Jujuy	1	1			2
La Pampa	2				2
La Rioja	6	2			8
Mendoza	1	1	10	10	22
Misiones		3	3	1	7
Neuquen	2	1			3
S. Del Estero	1	1	3	1	6
Salta	2	1	3	1	7
San Juan	1	1			2
San Luis	1	1			2
Santa Cruz	2	2			4
Santa Fe	4	3	3	2	12
Tucumán	1	1	2	1	5
Total	55	41	56	46	198

1: Analistas, Profesores, Técnicos.

2: Ingenierías y Licenciaturas.

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Educación.

Sólo 13 de estos posgrados han sido acreditados por la Comisión Nacional de Evaluación Universitaria (CONEAU)⁵⁵, según el siguiente detalle: 4 doctorados (1 en Capital Federal, 2 en Buenos Aires y 1 en San Luis), 2 de ellos con categoría “bueno” y otros dos “muy bueno”; 1 especialización (Capital Federal); 8 maestrías (6 en Buenos Aires, 1 en San Luis y 1 en Santiago del Estero), 2 con categoría “bueno” y 3 con categoría “bueno”, mientras que las restantes no solicitaron calificación.

A su vez, de acuerdo con datos del Ministerio de Educación de la Nación, en 1998 se inscribieron cerca de 20 mil alumnos en carreras de grado en informática en universidades

⁵⁵. La CONEAU es un organismo descentralizado que tiene a su cargo la evaluación institucional y la acreditación de las carreras universitarias.

nacionales y otros 4 mil en universidades privadas⁵⁶. A su vez, en dicho año existían 65 mil alumnos en las universidades nacionales y cerca de 12 mil en universidades privadas. En tanto, según la misma fuente, en 1997 había algo más de 500 alumnos en carreras de posgrado (casi todos en maestrías y especializaciones), mientras que en 1996 habían obtenido su título 35 alumnos (las cifras reales pueden ser un poco mayores debido a que falta información de algunas universidades).

CUADRO 29
TITULOS DE POSGRADO OTORGADOS SEGUN TIPO DE UNIVERSIDAD Y PROVINCIA. 1999.

Provincia	Tipo de Universidad		Tipo de carrera			Total
	Nacional	Privada	Master	Doctorado	Especialidad	
Buenos Aires	12	1	8	4	1	13
Capital Federal	1	16	11	0	6	17
Mendoza	1				1	1
S. Del Estero	1		1			1
San Luis	3		2	1		3
Santa Fe	1				1	1
Tucumán		1	1			1
Total	19	18	23	5	9	37

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Educación.

A priori, esto indicaría que la oferta de carreras de grado y posgrado vinculadas al tema, así como la disponibilidad de recursos humanos para las firmas del sector, sería adecuada (aunque se encontraría regionalmente bastante concentrada en Buenos Aires y las principales ciudades del interior, especialmente en el caso de los posgrados). Sin embargo, esta apreciación debe ser contextualizada en el marco de algunas informaciones que surgen de trabajos previos sobre el sector de SSI.

Con relación a la calidad de la oferta académica, según Perazzo *et al* (1999) "son pocas las carreras que exceden la formación básica para el ejercicio profesional regular y que posean un cuerpo de profesores con dedicación exclusiva y con programas regulares de investigación original o desarrollos en la especialidad" (p. 43); tomando en cuenta estos criterios, sólo quedan, siempre según el trabajo antes mencionado, "un par de carreras de primer nivel y un puñado de no más de media docena de escuelas que le van a la zaga". La mayor parte de las carreras están orientadas a cumplimentar los requerimientos de formación profesional masiva y básica. No existen, a su vez, carreras doctorales en el tema que tengan una trayectoria prolongada. Así, siempre siguiendo a los autores mencionados, más allá de que la industria local pueda contar con recursos humanos de buena calidad, faltan profesionales de alto nivel que puedan actuar en consultoría especializada, docencia e investigación (según una fuente del sector consultada por los autores del presente trabajo, en Argentina sólo existirían 30 personas con doctorado en

⁵⁶. Debe considerarse que las empresas de SSI emplean, para realizar tareas técnicas, no sólo graduados en informática, sino que también pueden reclutar personal universitario de carreras como matemáticas, física, ingeniería, etc.

áreas relacionadas con software)⁵⁷. Un problema en este sentido es que los salarios pagados en el sector privado superan claramente a los vigentes en las universidades, lo cual impide retener a los profesores mejor calificados con dedicaciones exclusivas. A su vez, los mejores alumnos suelen ser requeridos por empresas privadas antes de finalizar su formación académica.

En cuanto a la oferta de graduados, si bien las cifras sobre inscripciones aparentemente indicarían que existe un gran interés de los estudiantes por especializarse en informática⁵⁸, las mismas están lejos de tener un correlato en los datos de egresados, los cuales sólo llegaron a poco menos de 1600 en 1997 (955 en instituciones nacionales y 623 en privadas). Esto indica que hay una muy fuerte deserción (concentrada especialmente en las universidades nacionales). Otro factor que contribuye a explicar la baja relación egresados/alumnos es que la duración real de las carreras suele ser mucho mayor que la teórica. En este sentido, es interesante destacar que en el informe del IAD (2000) se reporta una entrevista en una universidad local donde sólo el 7% de los estudiantes que iniciaban la carrera se recibían. Ello se debía a: i) deficiencias en la educación secundaria en matemáticas, que llevaban a los alumnos a no poder pasar el primer año de estudios; ii) la oferta de trabajo para estudiantes es significativa y los salarios son relativamente altos, lo que hace que los alumnos comiencen a trabajar antes de graduarse.

A su vez, tanto en distintas entrevistas realizadas para este trabajo, como en el informe de Stamm (2000), aparecieron algunas opiniones que, sin negar la buena calidad promedio de los graduados argentinos, reflejaban algunos elementos no tan positivos en la formación de los mismos. Así, por ejemplo, algunos empresarios señalaron que faltaba práctica y que existía una orientación demasiado académica entre los graduados, lo cual llevaba a la necesidad de establecer cursos internos de capacitación para los profesionales jóvenes. A la vez, más de la mitad de las empresas encuestadas para el informe de Stamm (2000) reportaron haber tenido problemas con el acceso a personal capacitado -y algo más de un cuarto señalaron que dicho problema era "serio"- . Estos problemas se acentuaban en el interior del país y para las empresas más pequeñas. También se destacaba que el problema de acceso al personal era mayor para las firmas que requerían profesionales con conocimientos en lenguajes y herramientas de Internet de última generación. En este sentido, es interesante señalar que, como veremos hacia el final de este capítulo, si bien las firmas encuestadas por nosotros están conformes con la calidad del personal en informática, ubican a la formación de recursos humanos como una de las prioridades de política más importantes en lo que hace al futuro desarrollo del sector.

Más allá de los interrogantes acerca de la cantidad y calidad de profesionales en el área informática, es importante analizar a qué costo los mismos están disponibles. En este sentido,

⁵⁷. Según el informe del IAD (2000) esta carencia también limita la efectividad de los programas de cooperación internacionales de investigación científica y académica.

⁵⁸. Tomando sólo los datos de las universidades nacionales, se comprueba que tanto el número de alumnos como de nuevos inscriptos en informática crecieron relativamente más que el promedio del conjunto de carreras entre 1988 y 1998, lo cual mostraría que el área ejerce un atractivo mayor sobre los estudiantes que otras del sistema.

Argentina no parece ocupar una posición ventajosa en el escenario internacional⁵⁹. Una fuente consultada afirmó que los costos de contratar un trabajador en Argentina en el área informática estarían entre un 20% y un 30% por encima de los de otras localizaciones competitivas (por ejemplo, Brasil, Portugal, Grecia, Sudáfrica, etc.). De la misma manera, el cuadro 30 muestra que los costos anuales por programador en nuestro país (incluyendo no sólo salarios sino también beneficios sociales y cargas patronales) son un 20% mayores a los de Irlanda y 3 veces superiores a los de la India. Argentina se ubicaría, en este rubro, casi al mismo nivel de países como Canadá y Reino Unido, los cuales obviamente tienen una serie de ventajas adicionales para el desarrollo del sector de SSI. En este sentido, las posibilidades de Argentina para desarrollar actividades de SSI a un nivel competitivo internacionalmente se ven seriamente restringidas considerando el alto peso que tienen los costos laborales en este sector⁶⁰.

CUADRO 30
COMPARACION INTERNACIONAL DE COSTOS LABORALES EN EL SECTOR DE SSI¹

País	Programador Sr	Analista Sr	Project leader
Suiza	74786	98825	98825
EEUU	54754	64103	72115
Canadá	38729	42735	52083
Reino Unido	38729	45406	52083
Argentina	36811	43488	53163
Irlanda	30746	52708	62956
Grecia	19033	21962	35138
India	11713	20497	33674

1: costos anuales expresados en U\$S para 1999.

Fuente: elaboración propia en base a datos de Prince & Cooke (1999) para Argentina y Heeks (1999b) para el resto.

c) El acceso al financiamiento

La posibilidad de acceso al mercado financiero y de capitales, incluyendo al llamado capital de riesgo, es uno de los factores importantes para el desarrollo del sector oferente de SSI. En el caso argentino, son conocidas las dificultades que, en general, enfrentan las PyMES locales para acceder a financiamiento adecuado. Ello se acentúa cuando se trata de financiar proyectos innovativos y empresas de base tecnológica en formación. Las instituciones bancarias tradicionales no tienen ni la capacidad de evaluar ni la vocación de financiar dichos proyectos.

Por sus características intrínsecas (predominio de firmas pequeñas y jóvenes, reducido volumen de activos que puedan servir de garantía para la toma de préstamos, desarrollo de actividades sujetas a un fuerte grado de incertidumbre –en particular cuando se trata de

⁵⁹. Debe tenerse en cuenta que esta comparación está influida por factores cambiarios, y en particular por la fuerte apreciación que ha tenido la moneda argentina en los años 1990, primero contra el dólar y en los últimos años *vis a vis* las monedas europeas.

⁶⁰. Por cierto, este problema se da esencialmente cuando se trata de la oferta de bienes y servicios transables, ya que en el caso de aquellos servicios que cuentan con un grado importante de protección “natural”, los diferenciales de costos laborales no son relevantes.

desarrollo de software- que los bancos tienen dificultades para evaluar, etc.), el sector de SSI sufre particularmente las carencias del mercado de capitales argentino.

Como vimos antes, las empresas encuestadas para nuestro trabajo (y en particular las PyMEs) señalaron a la tasa de interés como uno de los factores más desfavorables para su desenvolvimiento. A su vez, en el trabajo del IAD (2000), más de la mitad de las firmas entrevistadas señalaron el acceso al crédito como un problema para su desarrollo. La mayor parte de las firmas invierte con parte de sus propias utilidades, otras trabajan con fuentes informales de crédito (amigos, familiares) o desarrollan proyectos sólo en base a adelantos de clientes.

Si bien en los años 1990 se han adoptado algunas iniciativas de política tendientes a mejorar el acceso al crédito para las PyMEs, las mismas han estado poco orientadas a atender el problema específico de las firmas de este tipo de sectores “intensivos en conocimientos”. Uno de los problemas más serios en este sentido es el de la ausencia de un marco legislativo específico sobre capital de riesgo. En este sentido, hay que señalar que en 2000 se dictó la llamada Ley PyME, en la cual se incluyó la formación de un fondo fiduciario revolvente por U\$S 100 millones, denominado Fondo Nacional de Desarrollo para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (“FONAPYME”), cuyo objeto es realizar aportes de capital y brindar financiamiento a largo plazo para inversiones productivas a PyMEs. Parte de estos recursos podrían ser empleados para crear fondos de capital de riesgo, aunque para ello todavía hace falta avanzar en la reglamentación de la ley.

En tanto, si bien en los años noventa fueron surgiendo varios fondos de inversión privada, que han tomado participación en una gran cantidad de paquetes accionarios de empresas locales, muy pocos de ellos se orientan a PyMES, y ninguno todavía a “*venture capital*”, aunque esa situación podría cambiar en el futuro. También han comenzado a surgir posibilidades de acceder a fuentes internacionales de apoyo a la constitución de fondos de capital de riesgo, tanto en el ámbito de instituciones multilaterales como el BID como en agencias de cooperación internacional como el International Development Research Centre, de Canadá. Ejemplo de esto es el lanzamiento reciente de un Fondo de Capital de Riesgo promovido por el Banco Credicoop junto con el FOMIN-BID y fondos españoles. Este fondo está destinado a PyMES, aunque no focaliza en firmas de base tecnológica.

De hecho, se observa una fuerte desinformación entre las empresas del sector de SSI sobre las características de los mecanismos de capital de riesgo. En el informe del IAD se detectó una empresa que contaba con capitales provenientes de un fondo de inversión, aunque varias habían incorporado inversores privados argentinos como nuevos socios. En tanto, en la realización de este proyecto se encontró otro caso similar, que es el de la firma Amtec (enseguida volvemos sobre el caso de esta firma).

En este contexto de acceso limitado al financiamiento, especialmente para empresas con proyectos de expansión ambiciosos, algunas firmas han salido a buscar capitales en el exterior. Dos casos resultan particularmente interesantes en ese sentido. Uno es el de la ya citada Amtec, originaria de Rosario, que conoció una rápida expansión desde su fundación en 1996.

Una primera etapa de esta expansión fue financiada con inversores locales, a los cuales luego se agregó el fondo Hicks, Muse, Tate & Furst, que tiene importantes inversiones en la Argentina. A posteriori, la firma se integró en un grupo multinacional denominado Neoris, cuyo capital está controlado por el conglomerado mexicano Cemex, aunque los dueños originales siguen participando en forma minoritaria en la nueva empresa (ver Box 3).

El otro caso es el de FuegoTech (Box 4). Se trata de una firma creada bajo la iniciativa de los fundadores originales de Intersoft, quienes decidieron salir a buscar capitales en los Estados Unidos para seguir expandiendo la operatoria de dicha firma. En el proceso, en lugar del ingreso de nuevos capitales a Intersoft, lo que ocurrió fue la creación de una nueva empresa – originalmente eTopware y ahora FuegoTech- con sede en los Estados Unidos –país del cual son originarios los actuales socios mayoritarios de la firma-, donde comercializa sus productos. Significativamente, el laboratorio de I&D de la empresa está situado en la Argentina.

Box 3: La búsqueda de financiamiento en el exterior (I): el caso de Amtec

Amtec fue creada en 1996 por iniciativa de cuatro jóvenes profesionales, tres de ellos provenientes de las ciencias económicas y el cuarto de la biotecnología. Con una inversión inicial que rondó los US\$ 10.000, la empresa comenzó a funcionar en la ciudad de Rosario ofreciendo servicios de desarrollo de páginas Web.

Hacia fines de 1998 el crecimiento explosivo de Internet les había permitido expandirse e instalar una oficina en Buenos Aires. Por ese entonces, la empresa empleaba unas 15 personas y facturaba algo más de US\$ 500.000.

En 1999 se abrieron nuevas oportunidades para la firma. En su primera ronda de búsqueda de financiamiento Amtec obtuvo US\$ 1 millón de un inversor local para expandir su operatoria. Pero el gran salto vendría en febrero de 2000, cuando el fondo de inversión Hicks Muse Tate & Furst adquirió en US\$ 25 millones el 22% de Amtec, justo antes de la crisis que afectaría a las empresas “puntocom”. Así, en marzo de 2000, la empresa reunía a más de 150 profesionales *full time* y tenía una cartera de más de 100 clientes que incluía a algunos de los principales grupos económicos del país (Clarín, Pérez Companc, etc.), así como a firmas jóvenes y de fuerte crecimiento provenientes del sector de TICs (entre ellas, Patagon).

La empresa se especializó entonces en el diseño e implementación de soluciones *e-business* de misión crítica. Más que desarrollar tecnologías propias, el énfasis estuvo puesto en integrar las tecnologías disponibles de sus principales *partners* (Microsoft, Oracle, HP, Compaq, Sun Microsystems, etc.) partiendo de una estrategia de negocios bien definida. Además, comenzó a ofrecer servicios de consultoría en el área de comercio electrónico.

Finalmente, en julio de 2000 la empresa fue adquirida por el grupo Cemex de México, uno de los mayores conglomerados cementeros a nivel mundial. A partir de entonces Amtec pasó a formar parte del Grupo Neoris, que reúne a 5 de los principales proveedores de soluciones *e-business* para el mercado hispanoparlante. Además de Amtec, Neoris está integrado por Mlab de Brasil, CyberMedia de Venezuela, Intec de España y Cemtec de México. La facturación anual consolidada de Neoris se ubica en el orden de los US\$ 100 millones, y el empleo ronda los 1.000 profesionales. La nueva compañía tiene su sede en Miami.

¿Cuáles han sido los factores de atracción para los inversores extranjeros? Según Adolfo Rouillon, uno de los fundadores de Amtec, el secreto no pasa tanto por desarrollar una tecnología o un producto innovador. Tener un modelo de negocios bien definido, conocimiento del mercado y de la competencia fueron en este caso los elementos más relevantes.

El grupo Cemex, por su parte, le ha aportado a la actual filial argentina de Neoris no sólo respaldo financiero sino también intercambio de conocimientos y la posibilidad de acceder a un mercado global. Así, las exportaciones alcanzan hoy alrededor del 30% de la facturación de la filial, y provienen principalmente de proyectos en Brasil y México. El desafío, ahora, es competir con las grandes consultoras de negocios (Accenture, Price Waterhouse, KPMG, Deloitte&Touche, etc.) que han ingresado en el mercado de *e-business*, y expandir aún más su cartera de clientes y su área de actuación geográfica.

Box 4: La búsqueda de financiamiento en el exterior (II): el caso de FuegoTech

Como muchas otras empresas de software, FuegoTech surge a partir de la idea de desarrollar un producto innovador. En este caso sus fundadores, Felix Racca y Emilio López Gabeiras, contaban con una vasta experiencia en la materia dada por sus 15 años al frente de una empresa pionera (Intersoft) en el mercado de bases de datos relacionales y aplicaciones ERP.

La idea original, gestada en los laboratorios de I&D de Intersoft ya hacia 1996, era crear una plataforma para competir en el terreno de los productos BPM (Business Process Management). Esta área ha ganado enorme importancia en los últimos años debido a la gran expansión de la demanda de soluciones para *e-business* y la consecuente necesidad de integrar las más diversas aplicaciones, tecnologías y plataformas. El software BPM se ocupa de controlar y sincronizar el flujo de trabajo, las aplicaciones y los datos tanto entre organizaciones como en el interior de las mismas de manera funcional al proceso de negocios.

A pesar de las condiciones favorables que proporcionaban un gran mercado potencial aún poco explorado y la ausencia de competidores que ofrecieran un producto similar, concretar el proyecto no resultó tarea sencilla. Al cabo de un tiempo se puso en evidencia la imposibilidad de financiarse con fondos propios, como así también la ausencia de oferta local de crédito para este tipo de emprendimiento. Por otro lado, una empresa argentina de software era una inversión demasiado riesgosa para los *venture capitalists* norteamericanos, más dispuestos a colocar sus fondos en países como Irlanda o Israel que contaban con una trayectoria relativamente exitosa en esta industria.

Es así como finalmente los emprendedores deciden instalarse en EEUU, primero bajo el nombre de eTopware y luego como FuegoTech. La decisión estuvo signada, entonces, por la necesidad de mejorar el acceso tanto a las fuentes de financiamiento como al mercado norteamericano. En efecto, desde un principio estuvo claro para ellos que no existía en Argentina una masa crítica suficiente como para justificar un proyecto de semejante magnitud. Tanto por su tamaño como por su nivel de sofisticación tecnológica, EEUU era el mercado "natural" para un producto de este tipo.

Luego de algunos intentos frustrados, en julio de 1999 tuvo lugar una primera ronda de financiamiento donde se recaudaron US\$ 7,3 millones, mientras que en marzo de 2000 se obtuvieron US\$ 15 millones adicionales para poner en marcha el negocio. Hacia fines de ese año, FuegoTech empezaba a facturar en los Estados Unidos.

Actualmente, las operaciones de FuegoTech son gerenciadas desde su casa matriz localizada en Dallas. Felix Racca y Emilio López Gabeiras forman parte del staff gerencial, el cual es presidido por John White (ex CEO de Texas Instruments y de Compaq). Sin embargo, la empresa continúa llevando a cabo las actividades de I&D en su laboratorio de San Isidro, que cuenta con 32 profesionales todos ellos empleados en el área de desarrollo. Las tareas de soporte, implementación y consultoría, en cambio, se realizan en EEUU y emplean alrededor de 40 personas. La empresa Intersoft, por su parte, ha quedado como representante (no exclusivo) de los productos de FuegoTech.

d) La infraestructura tecnológica y de comunicaciones

Uno de los factores clave para la expansión del mercado de software en un país es el grado de “informatización” alcanzado en el mismo. Lo mismo ocurre con el nivel de desarrollo de sus telecomunicaciones, considerando las posibilidades abiertas por la expansión de Internet. Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) son, por un lado, un instrumento esencial para la creación de software, así como para brindar servicios informáticos. Por otro, más allá de que crecientemente el software es parte de una gran diversidad de bienes industriales (automóviles, electrodomésticos, etc.), la difusión del uso de computadoras, teléfonos celulares, etc. sigue contribuyendo fuertemente a ampliar la demanda por SSI.

Previsiblemente, la Argentina se encuentra por encima del promedio latinoamericano y bastante por debajo de los países desarrollados en cuanto a la penetración de las TICs. Interesantemente, Uruguay es el país latinoamericano con mejores indicadores en TICS (con la excepción de líneas telefónicas por habitante). Chile también supera a la Argentina en algunos rubros (celulares, computadoras personales, gasto en TICs por habitante), y lo propio hace México (computadoras personales, hosts de Internet). A su vez, la Argentina gasta menos en TICs, en relación con su PBI, que los dos países recién mencionados y también menos que Brasil (cuadro 31)⁶¹.

Consecuentemente, parecería haber un enorme campo para que continúe incrementándose la penetración de las TICs en la Argentina, ya que dicho avance podría ir más rápido que el promedio mundial en la medida en que se logre cerrar la brecha relativa con los países más avanzados. Esto, sin embargo, obviamente no depende sólo de factores puramente tecnológicos, sino principalmente económicos, lo cual hace difícil predecir si efectivamente en el futuro esa brecha se irá cerrando o no.

En este sentido, es interesante contrastar la intensidad en el grado de uso de algunas TICs en distintos tipos de agentes e instituciones en la Argentina. En términos absolutos, el parque de PCs en la Argentina se concentra en las PyMEs y microempresas y en los hogares -entre ambos suman casi el 80% del parque de PCs en 1999- (cuadro 32). Sin embargo, el promedio de PCs por empresa, previsiblemente, crece, de manera muy marcada, con el tamaño de la firma⁶². Las distancias, consecuentemente, son enormes; contra 507 PCs por empresa en el segmento de las firmas “muy grandes” y 145 en el de “grandes” hay sólo 3,7 en el de mediano pequeñas y pequeñas, y 0,2 en el de microempresas (cuadro 33). En base a estos datos, en la Argentina se estaría usando, en el promedio, sólo 1,1 PC por empresa.

⁶¹. Las diferencias con los países desarrollados son naturalmente mayores. Por ejemplo, la consultora Prince & Cooke estima que el gasto en tecnologías de la información alcanza al 1,2% de la facturación en Argentina para el sector financiero, contra 2,8% en Estados Unidos; para el sector de grandes empresas no financieras, las cifras respectivas son 1 y 2,1%.

⁶². La misma relación entre nivel de “informatización” y tamaño de firma se advierte, tomando sólo el segmento de empresas grandes, al considerar indicadores tales como cantidad promedio de empleados de sistemas y empleados de sistemas como porcentaje de los empleados totales de la firma.

CUADRO 31
INDICADORES DE INFRAESTRUCTURA INFORMATICA Y TELECOMUNICACIONES (último año disponible)

País	Líneas telefónicas ¹	Teléfonos celulares ¹	Computadoras personales ¹	Hosts de Internet ²	Gasto en TIC/PBI ³	Gasto en TIC/hab. ³
Argentina	203	78	44,3	38,48	3,40%	294,3
Brasil	121	47	30,1	26,22	5,80%	267,4
Chile	205	65	48,2	26,42	5,70%	321,0
Costa Rica	172	28	39,1	20,47	s,d,	s,d,
México	104	35	47	40,88	4,20%	168,4
Uruguay	250	60	91,2	76,09	s,d,	s,d,
<i>Prom. Latinoamérica y Caribe</i>	<i>123</i>	<i>45</i>	<i>33,9</i>	<i>22,33</i>	<i>s,d,</i>	<i>s,d,</i>
Australia	512	286	411,6	567,3	8,90%	1946,0
Francia	570	188	207,8	131,47	6,00%	1706,6
India	22	1	2,7	0,23	3,50%	15,4
Irlanda	435	257	271,7	159,17	6,50%	1495,3
Israel	471	359	217,2	225,1	7,40%	1372,4
España	414	179	144,8	105,36	4,00%	673,3
Reino Unido	557	252	263	321,39	9,30%	1979,5
EEUU	661	256	458,6	1939,97	8,90%	2792,1

1: Cada 1.000 habitantes, 1998.

2: Cada 10.000 habitantes, enero de 2000.

3: 1999.

Fuente: Elaboración propia en base a World Bank (1999) y WITSA (2000).

Si bien esto sugeriría que hay un amplio margen para incrementar el uso de PCs en el grupo de firmas de menor tamaño, otro indicador que figura en el cuadro 33 introduce ciertas dudas al respecto; en efecto, hay más empleados –y también más empleados de oficina- por PC en las firmas de mayor tamaño que en las pequeñas (salvo en las microempresas). Una posible interpretación de este hallazgo es que las PCs estarían siendo subutilizadas en las empresas pequeñas y medianas desde el punto de vista de la eficiencia global de las firmas. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las firmas pequeñas y las microempresas atraviesan, como ya se comentó, por serias dificultades económico-financieras que limitan severamente su capacidad de inversión en activos fijos y en actividades de SSI.

CUADRO 32
PARQUE Y VENTA DE PCs EN ARGENTINA. 1998-1999 (en miles de unidades)

Sector	Parque		Ventas	
	1998	1999	1998	1999
Grandes empresas	162,8	182,7	38,2	45,1
PYMEs y microempresas	766,0	846,3	173,9	190,7
<i>Subtotal</i>	<i>928,8</i>	<i>1029,0</i>	<i>212,1</i>	<i>235,8</i>
Gobierno	116,8	126,0	23,6	27,0
Educación	124,5	134,4	25,5	28,8
Hogar	744,9	810,6	158,8	173,4
Total	1915,0	2100,0	420,0	465,0

Fuente: Prince & Cooke (1998).

Otro factor importante en relación a las TICs es el de la estructura de telecomunicaciones. En este sentido, cabe recordar lo expuesto más arriba en relación a la opinión de las firmas encuestadas en el sector de SSI. En línea con la opinión generalizada que existe actualmente en el país sobre el tema, dichas firmas ponderaron como relativamente adecuada la infraestructura instalada, pero se quejaron de los altos costos de las tarifas, las cuales no se han reducido aún de manera perceptible para grandes franjas de usuarios y tipos de servicio pese a la desregulación que se ha puesto en marcha recientemente.

CUADRO 33
PCs POR EMPRESA Y POR EMPLEADO SEGUN TAMAÑO DE FIRMA 1998.

Tamaño de empresa	Cantidad de PCs	Promedio por empresa	Empleados totales por PC	Empleados de oficina por PC
Muy grandes	11146	506,6	15,8	3,9
Grandes	72446	144,9	9	2,2
Mediano grandes	78019	39	7,7	1,9
<i>Subtotal</i>	<i>161611</i>	<i>64,1</i>	<i>8,8</i>	<i>2,2</i>
Mediano pequeñas	295358	14,8	5,1	1,3
Pequeñas	353873	2,3	8,3	2,1
<i>Subtotal</i>	<i>649231</i>	<i>3,7</i>	<i>6,9</i>	<i>1,7</i>
Microempresa	117958	0,2	14,9	3,7
Total	928800	1,1	8,2	2,1

Fuente: Prince & Cooke (1998).

Otro aspecto importante de la infraestructura tecnológica para el desarrollo del sector de SSI es la posibilidad de interactuar con universidades, laboratorios, institutos de investigación, etc.. En este sentido, Perazzo *et al* (1999) señalan que en el país no existen centros de investigación que puedan servir como referentes técnicos en problemas complejos o para consultorías especializadas. Información relevada en 1993 por la Universidad de Buenos Aires indicaba que en su ámbito existían 16 grupos de investigación en informática, integrados por un promedio de 6 personas cada uno (SECyT-UBA, 1996); sin embargo, de las 15 disciplinas científicas allí relevadas, informática era la que menor nivel de financiamiento recibía (U\$S 2,8 mil por año por grupo de investigación y U\$S 500 por persona –sumando investigadores y becarios-). Indudablemente, con esos valores resulta muy difícil pensar que allí pudieran llevarse adelante actividades de investigación de buen nivel.

Al presente, existe un puñado de instituciones universitarias en las cuales se hace investigación en software. Aparentemente, el ejemplo más exitoso en cuanto a interacción con las firmas locales del sector de SSI en temas tales como desarrollo de proyectos, consultorías, asistencia e información técnica, capacitación, etc., es el del Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA) de la Universidad Nacional de La Plata, en el cual además se realizan actividades de excelencia en investigación básica. Según la información disponible, los otros grupos que hacen investigación en software tienen un nivel de contacto mucho menor (probablemente nulo en algunos de ellos) con el sector privado; entre ellos cabe citar a los que funcionan en el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, en las Universidades Nacionales del Centro de la Provincia de Buenos (ISISTAN), del Sur, Río Cuarto y San Luis, y en el Centro Internacional de Métodos

Computacionales en Ingeniería (CIMEC), dependiente del CONICET y ubicado en Santa Fe. Si bien no se realizan actividades de investigación propiamente dichas, en el Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA) se han hecho algunos trabajos de desarrollo de software para el sector privado.

En cuanto a las políticas para fomentar la I&D en el sector privado, cabe destacar la creación en 1995 del llamado Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) –actualmente bajo la órbita de la Agencia Nacional de Promoción de la Ciencia y la Tecnología (ANPCyT), que está orientado a financiar proyectos destinados a la modernización tecnológica o al desarrollo de proyectos innovativos en las firmas locales. Si bien el uso de este programa ha crecido a lo largo del tiempo, hasta ahora ha sido usado por un número muy pequeño de firmas, y ello luego de haber flexibilizado las condiciones de otorgamiento de los préstamos.

Una línea de financiamiento potencialmente interesante para las empresas de SSI dentro del FONTAR son las llamadas subvenciones no reintegrables, destinadas a micro, pequeñas y medianas empresas. Dichas subvenciones pueden llegar hasta U\$S 300.000, siempre que dicho monto no supere el 50% del costo total del proyecto presentado. Bajo esta modalidad se subsidian proyectos de desarrollo de tecnología a escala piloto y prototipos, desarrollo e innovación de procesos y productos, adecuación a cambios tecnológicos en procesos productivos, etc. En el primer llamado de esta línea, realizado en 2000, se adjudicaron 126 subvenciones, de las cuales 7 correspondieron a proyectos para desarrollo de software.

A su vez, en 1998 se instituyó, por primera vez en la historia del país, un crédito fiscal para actividades de I&D de \$ 20 millones anuales. El crédito fiscal está destinado a incentivar la inversión privada en I&D e innovación, a través del otorgamiento de certificados para la cancelación de obligaciones emergentes del impuesto a las ganancias de los beneficiarios, que pueden cubrir hasta un 50% del costo de los proyectos. Las actividades que pueden beneficiarse del Crédito Fiscal son: investigación básica, investigación aplicada, investigación tecnológica precompetitiva y adaptaciones y mejoras. En las tres convocatorias realizadas hasta el momento se han presentado 7 empresas que realizan actividades de desarrollo de software (en algunos casos con más de un proyecto), aunque cabe mencionar que varias firmas de otros sectores se han presentado para financiar proyectos de informatización de su gestión (sobre los cuales se carece de información respecto de en qué medida incluyen actividades de SSI, así como respecto de si se las realiza *in house* en las respectivas empresas o bajo modalidades de contratación externa).

2) La legislación sobre propiedad intelectual

En el mundo desarrollado, por lejos la cuestión regulatoria más importante para el sector es la vinculada a la propiedad intelectual, considerando que la “piratería” –y en particular el uso o la venta ilegal del software- es una práctica altamente difundida.

En Argentina, la protección a la propiedad del software se incluye, siguiendo las tendencias internacionalmente aceptadas, bajo el rubro de “derechos de autor”⁶³. Sin embargo, de acuerdo con Perazzo *et al* (1999), las leyes de patentes y marcas son también aplicables ya que pueden amparar cualquier signo distintivo que identifique productos o servicios de software y/o a las empresas que los producen.

La ley 11.723 es la que protege en Argentina a las obras literarias, científicas y artísticas protegidas bajo el concepto de derechos de autor. Los programas de computación y las bases de datos fueron incorporadas recién en 1998 a dicha ley (mediante la ley modificatoria 25036), si bien gozaban de protección desde 1994 (decreto 165/94). En tanto, las obras multimedia no han sido incluidas aun en la lista de obras protegidas por la mencionada ley, a diferencia de lo que se estipula en otras legislaciones nacionales de países vecinos (Brasil, Chile, Colombia). De todas maneras, debido a que la Argentina ha ratificado ciertos tratados internacionales que sí protegen a dichas obras –Tratado sobre el Registro Internacional de Obras Audiovisuales (Ginebra, 1989) en 1991 y otros posteriores- las mismas cuentan con una protección local.

La Argentina ha ratificado, además, otros convenios internacionales vinculados a la protección de la propiedad intelectual. El más importante es el acuerdo TRIPs, redactado y ratificado en el marco de la ronda Uruguay del GATT (1994). Dos tratados internacionales más recientes, el WPPT (Tratado OMPI sobre Intérpretes y Fonogramas, 1996) y el WCT (Tratado OMPI sobre Derechos de Autor, 1996), fueron ratificados en 1999.

De acuerdo al marco legal vigente, la Cámara de Empresas de Software (CESSI) se encarga, bajo la figura de “ente cooperador”, de la recepción de los programas de software que luego son registrados en la Dirección Nacional del Derecho de Autor. La CESSI también recibe los contratos relacionados con la comercialización del software, las licencias de uso y de distribución.

A su vez, algunas de las más importantes empresas del sector –todas ellas de capitales extranjeros o representantes de productos importados- formaron una organización llamada Software Legal⁶⁴, cuyo fin principal es combatir la piratería del software. Algunos de los mecanismos que utiliza para lograr este objetivo son la disposición de una línea telefónica continua para realizar denuncias de robo o copia ilegal del software y la posibilidad de regularizar la situación a través de una licencia provisoria que puede obtenerse *on-line*, además de brindar información y concientizar al público acerca de la infracción legal que suponen los actos de piratería. Tanto la CESSI como Software Legal, además, han realizado distintas denuncias en sede judicial (tanto contra organismos públicos como contra firmas e instituciones privadas) por uso, copia y/o venta ilegal de software, las cuales han dado lugar a gran cantidad de allanamientos e incluso a algunas condenas.

⁶³. Es importante aclarar que, de acuerdo a la legislación vigente, no se pueden registrar ideas, procedimientos o métodos abstractos, sino sólo su expresión o implementación concreta.

⁶⁴. Software Legal opera en conjunto con la Business Software Alliance (BSA), organización que trabaja a su vez en más de 60 países de Asia, Europa, América del Norte y América Latina y cuyos integrantes a nivel mundial son Adobe Systems Inc., Bentley Systems, Lotus Development, Microsoft Corp., Novell y Symantec Corp., entre otros.

Si bien la tasa de piratería en la Argentina es alta -62% en 1999 contra 36% a nivel global y 59% en el promedio latinoamericano-, ha venido descendiendo en los últimos años, desde un 80% en 1994-95, a 71% en 1996, 65% en 1997 y 62% en 1998 y 1999 (BSA/SIIA, 2000). Según esta misma fuente, las pérdidas estimadas para la industria del software local (principalmente para las firmas extranjeras) habrían sido, en 1999, de U\$S 192.000.000⁶⁵.

En 1996, se estimaba que la tasa de piratería llegaba al 71% en el mercado para software de negocios para PC y al 55% en software empaquetado (Price Waterhouse, 1997). Otra estimación daba cuenta de que el mercado de software para entretenimientos era abastecido por productos "piratas" en un 92% (IIPA, 2000).

Algunos datos adicionales ayudan a estimar mejor la magnitud del fenómeno. Por ejemplo, según la mencionada asociación Software Legal, de los 3.500 revendedores establecidos en Buenos Aires ninguno realiza el 100% de sus ventas de software en forma legal. Un estudio de la institución señala que 2.500 distribuidores venden el 85% del software ilegalmente y 600 mantienen sólo el 50% de sus operaciones dentro del marco legal. El resto del canal de distribución, esto es 400 puntos de venta, realiza el 10% de sus ventas de software sin las licencias correspondientes.

La misma entidad estima que sólo considerando las 170 empresas e instituciones allanadas desde 1998 al presente en virtud de denuncias judiciales por uso ilegal de software, el perjuicio a los desarrolladores de software fue por un monto superior a los U\$S 15.000.000, mientras que la evasión fiscal de las empresas allanadas superó los U\$S 3.700.000.

El Estado nacional es uno de los principales usuarios de software ilegal. Según estimaciones de la CESSI, la deuda de todo el Estado nacional por este concepto representa unos U\$S 35 millones, sin contabilizar las multas (esto es, sólo en concepto de licencias impagas por el software instalado en las dependencias estatales). En 1999 se había llegado a un acuerdo con la anterior administración reconociendo una deuda por \$ 5.400.000 por el uso y actualización durante dos años de 20 mil unidades de software, pero a posteriori el mismo no fue cumplimentado por las nuevas autoridades nacionales.

Si bien la encuesta muestra que para la mayor parte de las firmas la piratería incide en forma desfavorable (cuadro 34), también revela que este fenómeno no afecta a todas por igual. Así, se observa que casi las dos terceras partes de las empresas que comercializan productos extranjeros considera a la piratería de los usuarios un factor "muy desfavorable", mientras que para la mitad de los oferentes de productos locales éste no tendría incidencia en el desarrollo del sector. Por su parte, los proveedores de servicios relativizan también este fenómeno, considerando que el mismo "no incide" (40%) o que lo hace en forma "desfavorable" (49%); esta percepción es lógica considerando que para estas firmas el grueso de la facturación proviene de

⁶⁵. Repitiendo lo señalado en el primer capítulo, y siguiendo a Correa (1999), estas cifras deben ser tomadas con cautela considerando que: i) son producidas por los propios interesados –la BSA (Business Software Alliance) está integrada por las mayores empresas productoras de software empaquetado a nivel mundial-; ii) se hacen suponiendo que todo usuario de un programa "pirateado" sería un comprador del mismo al precio vigente en el mercado, supuesto no necesariamente cierto en el caso argentino.

la prestación de servicios –que obviamente no pueden ser “pirateables”- y no de la venta de productos de software.

CUADRO 34
INCIDENCIA DE LA PIRATERÍA (número de firmas y porcentajes)

Por parte de los usuarios

Por tamaño	Muy desfav.	Desfav.	No incide	Total	Muy desfav.	Desfav.	No incide
Grandes	4	6	11	21	19%	29%	52%
Medianas	5	18	22	45	11%	40%	49%
Pequeñas	5	9	9	23	22%	39%	39%
TOTAL	14	33	42	89	16%	37%	47%
Por actividad							
Prod. locales	6	10	23	39	15%	26%	59%
Prod. extranjeros	3	1	1	5	60%	20%	20%
Servicios	5	22	18	45	11%	49%	40%
TOTAL	14	33	42	89	16%	37%	47%

Por parte de los competidores

Por tamaño	Muy desfav.	Desfav.	No incide	Total	Muy desfav.	Desfav.	No incide
Grandes	4	8	9	21	19%	38%	43%
Medianas	7	19	19	45	16%	42%	42%
Pequeñas	5	9	9	23	22%	39%	39%
TOTAL	16	36	37	89	18%	40%	42%
Por actividad							
Productos locales	8	12	19	39	21%	31%	49%
Productos extranjeros	1	3	1	5	20%	60%	20%
Servicios	7	21	17	45	16%	47%	38%
TOTAL	16	36	37	89	18%	40%	42%

Se llega a una conclusión similar a partir de las opiniones en torno a la legislación vigente en materia de propiedad intelectual. Ninguna empresa comercializadora de productos extranjeros manifestó desconocer la legislación vigente en materia de propiedad intelectual, mientras que así lo hicieron el 52% de los proveedores de servicios y el 36% de los que desarrollan productos en el país (cuadro 35).

Más allá del desconocimiento existente en torno a este tema entre las firmas del sector, parece predominar una visión crítica de la legislación vigente, y en particular en lo que se refiere a su aplicación. Así, de las firmas que conocen la legislación, las dos terceras partes la considera inapropiada, y el 87% opina lo mismo sobre su puesta en práctica.

Podemos concluir entonces que si bien para la mayor parte de las firmas la piratería constituye un problema "en abstracto", es un grupo más reducido y constituido esencialmente por proveedores de productos extranjeros el que se ve directamente afectado por la misma. Esto es consistente con opiniones vertidas por algunos oferentes locales de productos empresariales,

quienes manifestaron que los continuos requerimientos de actualización y adaptación que exige este tipo de aplicaciones desincentivan el uso de copias ilegales.

CUADRO 35
PROPIEDAD INTELECTUAL: PERCEPCION DE LA LEGISLACION Y SU APLICACIÓN
(número de firmas y porcentajes)

Legislación vigente

Por tamaño	Apropiada	No aprop.	No sabe	Total	Apropiada	No aprop.	No sabe	Total
Grandes	8	17	14	39	21%	44%	36%	100%
Medianas	4	0	0	4	100%	0%	0%	100%
Pequeñas	5	16	23	44	11%	36%	52%	100%
TOTAL	17	33	37	87	20%	38%	43%	100%
Por actividad	Apropiada	No aprop.	No sabe	Total	Apropiada	No aprop.	No sabe	Total
Prod. locales	8	17	14	39	21%	44%	36%	100%
Prod. extranj.	4	0	0	4	100%	0%	0%	100%
Servicios	5	16	23	44	11%	36%	52%	100%
TOTAL	17	33	37	87	20%	38%	43%	100%

Aplicación de la legislación vigente

Por tamaño	Apropiada	No aprop.	No sabe	Total	Apropiada	No aprop.	No sabe	Total
Grandes	4	11	6	21	19%	52%	29%	100%
Medianas	1	21	22	44	2%	48%	50%	100%
Pequeñas	2	13	8	23	9%	57%	35%	100%
TOTAL	7	45	36	88	8%	51%	41%	100%
Por tamaño	Apropiada	No aprop.	No sabe	Total	Apropiada	No aprop.	No sabe	Total
Prod. locales	3	20	16	39	8%	51%	41%	100%
Prod. extranj.	1	4	0	5	20%	80%	0%	100%
Servicios	3	21	20	44	7%	48%	45%	100%
TOTAL	7	45	36	88	8%	51%	41%	100%

Por último, con relación a las cifras del cuadro 34, cabe señalar la sorpresa que genera observar el relativamente alto grado de preocupación que genera la piratería por parte de competidores. En este caso, sería necesario indagar acerca de si se trata de respuestas “en abstracto” –esto es, las firmas han respondido en relación a una situación que, de producirse, las afectaría negativamente - o si en la práctica realmente existen o han existido ese tipo de problemas en forma concreta.

3) Las políticas públicas para el sector de SSI

¿Cuál es la percepción de las firmas de SSI sobre el tipo de políticas que resultarían más beneficiosas para su desarrollo? La medida que se considera más favorable, tanto en el agregado como para casi todos los segmentos y tipos de firmas analizados, es el otorgamiento

de incentivos fiscales. En cambio, las políticas tendientes a facilitar el acceso a mercados externos (consorcios de exportaciones, financiamiento de exportaciones, etc.) no parecen despertar demasiado entusiasmo, como así tampoco la implantación de incubadoras (cuadro 36).

CUADRO 36
PERCEPCION DE LAS POLITICAS, POR TIPO DE EMPRESA¹

	Total	Grande	Mediana	Pequeña	Prod. local	Prod. extr.	Servicios
Incentivos fiscales	2,7	2,7	2,8	2,5	2,8	3,0	2,7
Formación de recursos humanos	2,6	2,7	2,5	2,7	2,8	2,6	2,5
Protección de la propiedad intelectual	2,5	2,4	2,6	2,5	2,7	2,6	2,4
Capital de riesgo	2,5	2,4	2,7	2,3	2,6	3,0	2,5
Informatización de PyMEs	2,5	2,3	2,5	2,7	2,5	2,8	2,5
Compras públicas	2,2	2,2	2,1	2,3	2,3	2,8	2,1
Financiamiento de exportaciones	1,9	1,8	2,0	1,7	2,1	1,8	1,8
Consorcio de exportaciones	1,9	1,9	1,8	1,9	2,2	2,0	1,7
Incubadoras	1,8	2,0	1,7	1,9	1,8	2,4	1,7

1: el indicador varía entre 1 y 3. Un valor igual a dos indica que la política es percibida como "muy favorable"; mientras que uno indica que la política "no incide" en el desarrollo del sector.

En este sentido, cabe señalar que la Argentina, a diferencia -como hemos visto en el capítulo 1-, de una cantidad de países en desarrollo y de la periferia europea, no cuenta con una política explícita de promoción del sector de SSI, si bien en los últimos tiempos se ha hecho referencia en varias oportunidades, desde la esfera gubernamental, a la necesidad de incentivar el desarrollo de las industrias de alta tecnología. La medida más concreta adoptada hasta el momento había sido la reducción de los aportes patronales para las empresas de nuevas tecnologías al 9,2%, el menor valor vigente en el país. Sin embargo, esta medida parece haber quedado en suspenso luego de los últimos cambios impositivos, quedando el sector a la espera de ingresar a los llamados "programas de competitividad" sectorial que está firmando el gobierno con distintas ramas de actividad, y en los cuales se incluyen compromisos de reducción de la carga impositiva para los rubros beneficiados (el sector de SSI, a través de sus organizaciones representativas, ya elevó propuestas de política para ser consideradas por el gobierno nacional).

En tanto, algunos gobiernos provinciales han mostrado interés en atraer inversiones en este rubro vía incentivos fiscales. El caso más notorio es el de la provincia de Córdoba, que se ha embarcado en un programa de incentivos a la instalación de firmas en el sector de nuevas tecnologías, del cual el caso Motorola -mencionado en el capítulo anterior- es el ejemplo más conocido. Según los datos disponibles hasta ahora, el gobierno provincial contribuirá con el 7,5 por ciento de los gastos de capacitación de la firma, y el municipio aportará el terreno fiscal (cuyo valor no fue revelado) y los U\$S 4,5 millones para la construcción de una planta de 5.000 metros cubiertos, cedida en comodato por cincuenta años. También pagará el alquiler, por veinticuatro meses, de las oficinas temporariamente asignadas a la compañía. Asimismo, se

otorgaron a la provincia rebajas en ingresos brutos, el impuesto inmobiliario y a los sellos por el término de diez años⁶⁶.

Además de este caso específico, la provincia de Córdoba planea desarrollar un Parque Tecnológico en la localidad de Pajas Blancas. Allí se proveerán servicios básicos (agua, luz y gas), infraestructura (tendido de fibra óptica), una incubadora de empresas y créditos a tasas subsidiadas. Según la información disponible, este emprendimiento contaría con el aval de 18 empresas locales del sector TICs que habrían comunicado su intención de trasladarse al predio, que pertenece a capitales privados, una vez concluido.

Otras jurisdicciones (por ejemplo, la ciudad de Buenos Aires), estarían pensando también en promover las inversiones en este sector. En este sentido, lo importante sería que este tipo de iniciativas no genere tanto una relocalización de firmas ya existentes, sino que esencialmente apunte a facilitar el ingreso de nuevas firmas al sector. Cabe aquí también señalar que algunas firmas argentinas han amenazado con trasladar sus operaciones a Uruguay atraídas por las ventajas fiscales que ofrece aquel país para el sector de SSI, lo cual, de concretarse, sería indudablemente un elemento negativo para el desarrollo de la industria local.

Volviendo a la percepción de las firmas sobre las políticas más adecuadas para el sector, el escaso interés por las políticas proexportadoras se explica por la ya mencionada orientación de las firmas hacia el mercado interno. Como se dijo en el capítulo previo, el predominio de productos adaptados a las necesidades locales restringiría las posibilidades de incursionar en otros mercados, haciendo menos atractivo este tipo de política.

También se otorga escasa importancia a las políticas que favorecen la aparición de nuevas empresas, como es el caso de las incubadoras. Esto podría reflejar la ausencia de una visión sectorial por parte de las firmas, que tienden a privilegiar aquellas políticas que les aportan un beneficio directo por encima de aquellas otras que apuntan mas bien a fortalecer el sector como un todo. En este sentido, vale resaltar que el estudio de Stamm (2000) detectaba que, en la percepción de las firmas, la competencia en el mercado interno había aumentado en los últimos años. Esta circunstancia, sumada a la situación recesiva, tal vez crea un marco poco propicio para que las firmas reclamen por medidas que, en cierto sentido, podrían tender a agravar su situación en el mercado, aunque claramente, para el sector en su conjunto, este tipo de posicionamiento resulta muy cortoplacista. Asimismo, el poco interés por las incubadoras también puede ser consecuencia de una situación en la cual, fuera de las relaciones basadas en la comercialización de productos de terceros, parece haber un escaso grado de “asociatividad” y cooperación entre las firmas del sector.

En cuanto a otras políticas reclamadas por las firmas de SSI, la formación de recursos humanos ocupa el segundo lugar. Esto puede estar reflejando dos fenómenos: i) el temor a que, de continuar incrementándose la demanda de este tipo de personal, tanto aquí como en el exterior, se dificulte el acceso a los recursos humanos y/o se encarezca aún más su costo; ii)

⁶⁶. Algunas firmas PyMEs del sector de SSI en Córdoba expresaron públicamente su malestar por los incentivos otorgados a Motorola.

según lo mencionado antes, la necesidad de mejorar aún más la formación profesional impartida en las carreras vinculadas a SSI, especialmente en las áreas de posgrado.

La protección de la propiedad intelectual ocupa un lugar destacado en materia de prioridades de política para las empresas de software y servicios informáticos, con un leve mayor peso entre los grupos que comercializan y/o desarrollan software local o extranjero.

El fomento al capital de riesgo también es otra política apreciada por las firmas de SSI, en particular para las de tamaño mediano. Si bien puede resultar algo sorprendente que sean las comercializadoras de productos extranjeros quienes más ponderan este tipo de iniciativa, ello puede obedecer a que están más al tanto del impacto que han tenido los fondos de capital de riesgo para el desarrollo de este sector en otros países.

También se ha mencionado como importante la informatización de las PyMEs, lo cual no sorprende considerando lo dicho más arriba respecto de que son clientes significativos para una buena parte de los oferentes de SSI, al tiempo que la evidencia indica que resta bastante por avanzar en materia de incorporación de TICs entre las firmas argentinas de menor tamaño relativo.

CAPITULO IV. RESUMEN, CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS DE POLITICA

1) Oportunidades, condicionantes y desafíos para la producción de software y servicios informáticos en los países en desarrollo

- El sector de SSI ha venido registrando un fuerte dinamismo en todo el mundo en las últimas décadas. Previsiblemente, ese dinamismo se mantendrá en los próximos años, considerando que el área de SSI está estrechamente vinculada a la masiva expansión de las TICs (tecnologías de la información y comunicaciones) a nivel global, que es a su vez el corazón de lo que se ha dado en llamar la “nueva economía”.
- Si bien los países desarrollados son los principales productores y consumidores de SSI, y en varios de los segmentos de este sector ya existen empresas fuertemente consolidadas en sus respectivos mercados, existen razones que hacen pensar que las firmas de los países en desarrollo cuentan con un espacio para avanzar en esta actividad.
- En primer lugar, el sector de SSI todavía está lejos de haber alcanzado una etapa de madurez tecnológica, a la vez que sus mercados aún están en proceso de permanente redefinición, lo cual hace que se abran constantemente nuevas oportunidades de negocios; en otras palabras, en ciertas áreas todavía las barreras a la entrada son relativamente bajas. Así, si bien han sido por ahora excepcionales, se han registrado casos en los cuales firmas de países que han hecho ingresos “tardíos” al sector han sido capaces de generar productos innovativos destinados a aprovechar determinados nichos de mercado a nivel internacional.
- En segundo lugar, se trata de una actividad que es relativamente poco intensiva en el uso de capital, y en la cual la disposición de mano de obra calificada juega un rol fundamental desde el punto de vista de la competencia. En este sentido, si bien no todos los países en desarrollo cuentan con este tipo de capacidades, hay un grupo significativo de ellos –incluida la Argentina– en los que existe una importante acumulación de capital humano disponible.
- En tercer lugar, la rapidez con la que se ha desarrollado este sector ha generado una severa escasez de personal en los países avanzados, que en parte ha sido resuelta vía emigración desde los países de Asia, Europa del Este y América Latina, pero que también ha llevado a la expansión de relaciones de subcontratación con empresas de países en desarrollo e incluso a la deslocalización de ciertas actividades de bajo nivel de complejidad.
- En este contexto, son varios los países de América Latina y Asia que han hecho avances importantes como productores y exportadores de SSI, aunque siguiendo modelos muy diferentes en cuanto al grado y características del involucramiento del Estado en el proceso de desarrollo del sector, el tipo de actividades predominantes, la orientación de mercado elegida y los agentes empresarios que han liderado la expansión en cada caso.
- Sin embargo, este avance de los países en desarrollo en el sector de SSI también ha encontrado límites importantes, incluyendo, según los casos: i) reducida escala de los mercados domésticos y falta de sofisticación técnica de los usuarios locales; ii) dificultad de

acceso al financiamiento para la expansión de las firmas domésticas; iii) falta de información respecto de las costumbres, necesidades y exigencias de los clientes de los países desarrollados; iv) debilidad de la infraestructura tecnológica y de comunicaciones local; v) poca difusión de estándares de calidad en el mercado interno.

- Así, las firmas de los países en desarrollo se han tendido a especializar básicamente en la provisión de servicios, generalmente asociados a operaciones de relativamente bajo nivel de complejidad. Aún en un caso no especializado en servicios, como Irlanda, país que se ha convertido en un símbolo de la posibilidad de avanzar rápidamente en el sector de SSI desde una base previa muy débil, el grueso del desarrollo del sector está asociado a actividades de manufactura y adaptación de productos para el mercado europeo llevadas a cabo por las filiales de las grandes ET estadounidenses, siendo todavía pocas las firmas que basan su expansión en sus capacidades innovativas.
- En este contexto, a futuro se abre un escenario con oportunidades y limitaciones para los países en desarrollo que se proponen avanzar en la producción de SSI. La estrategia más adecuada, lógicamente, debería tratar de aprovechar las primeras en tanto que soslaya o reduce el impacto de las segundas. Es aquí donde el Estado puede jugar un rol muy importante al proveer un “punto focal” de coordinación de las actividades de los agentes privados en búsqueda de definir una estrategia de especialización sustentable en el tiempo. Al mismo tiempo, la acción conjunta Estado-sector privado puede ser decisiva para que el país en cuestión alcance reputación y confiabilidad –cabe aquí la analogía con la “marca” o *brand*- como “productor de software” (tal como lo ha logrado la India).
- Fuera de esto, resulta difícil señalar recomendaciones de carácter general, ya que las trayectorias de desarrollo que se pueden seguir en cada país dependen fuertemente de factores tales como el tamaño de su mercado interno, la disponibilidad de capacidades locales de *entrepreneurship*, la posibilidad de establecer vínculos (o incluso atraer) a las grandes empresas multinacionales que lideran el sector, etc.
- Dentro de este marco abierto, sin embargo, cabe señalar que una estrategia de tipo “evolutiva” es potencialmente atractiva, en particular cuando se parte de la elección de nichos de mercado que tengan barreras a la entrada relativamente bajas y en los cuales, si bien existe una base importante de clientes domésticos, las firmas pueden aprovechar la experiencia ganada localmente para desarrollar un proceso de internacionalización. Este tipo de trayectoria podría generar procesos de aprendizaje acumulativos por parte de las firmas productoras de SSI, siempre y cuando éstas tengan acceso a recursos humanos con el perfil de *skills* adecuado para desarrollar tareas de creciente nivel de complejidad.
- En contraste, la especialización en servicios y desarrollos a medida orientados al mercado doméstico es muchas veces una estrategia de supervivencia más que de expansión, ya que se basa en factores que, al tiempo que favorecen la ocupación del mercado local, al mismo tiempo se constituyen en limitantes para la internacionalización (el carácter “idiosincrático” de los requerimientos de los clientes locales, el conocimiento y los contactos personales en el mercado doméstico, etc.).

- En cualquier caso, se abre una variedad de opciones que no son necesariamente excluyentes. De hecho, aún la subcontratación de firmas locales para desarrollo de programación de bajo nivel o la radicación de filiales de ET para realizar tareas de escasa complejidad pueden dar lugar a procesos de aprendizaje, creación de *spin offs*, conocimiento de tecnologías y mercados, difusión de estándares de calidad, etc., que pueden ser la base de trayectorias de especialización más complejas a futuro. Incluso la emigración de personal calificado o la radicación de firmas locales en los países desarrollados (por razones de acceso a mercado, financiamiento, etc.), si bien en primera instancia pueden tener aspectos negativos para los países en desarrollo, también pueden ser vistos como un factor que puede favorecer la creación de *networks* con empresas e instituciones del mundo desarrollado.

2) El sector de SSI en la Argentina: situación, fortalezas y debilidades

- En base a los datos recogidos a través de una encuesta realizada especialmente para este trabajo, y considerando asimismo otras informaciones previamente disponibles sobre el tema, se puede calcular que el sector de SSI en la Argentina incluye alrededor de 500 empresas, con una facturación estimada en alrededor de U\$S 2000 millones y un empleo total en torno a las 15 mil personas.
- La mayor parte de las 98 firmas del sector que contestaron nuestra encuesta son de capital local (86%) y emplean menos de 50 personas (80%). Sin embargo, el grueso de la facturación proviene de las firmas extranjeras (66%)⁶⁷ y de las empresas que emplean a más de 50 personas (80%).
- Considerando la actividad principal de las firmas, se observa que el grupo más importante es el de aquellas que se dedican a la prestación de servicios (absorben casi la mitad del empleo y la facturación sectorial). Luego siguen un pequeño grupo de firmas cuya actividad principal es comercializar software producido en el extranjero, pero que concentran 37% de la facturación del sector. Finalmente, las empresas desarrolladoras de software local -el grupo relativamente más numeroso-, representan sólo el 18% de la facturación y el 33% del empleo. Se puede estimar que la facturación correspondiente a productos de software locales se ubica en el orden de los US\$ 350 millones anuales.
- En el período 1998-2000, predominantemente recesivo en la economía argentina, las firmas de SSI incrementaron su facturación en un 40%, en tanto su empleo creció en una proporción similar (43%), aunque esta *performance* puede haber estado asociada al denominado "efecto Y2K". El desempeño fue bastante heterogéneo, sin embargo, ya que crecieron relativamente más los proveedores de servicios y las firmas que comercializan software extranjero, así como las de mayor tamaño relativo.

⁶⁷. Esencialmente, este grupo incluye filiales que distribuyen o licencian productos de software desarrollados en sus casas matrices, firmas de hardware que también realizan localmente actividades de SSI y empresas dedicadas a la implementación de paquetes informáticos para empresas y bancos.

- De acuerdo a estos datos podemos caracterizar al sector como dominado por un relativamente pequeño número de firmas de gran tamaño, muchas de ellas de capital extranjero, dedicadas principalmente a la comercialización de productos extranjeros y la prestación de servicios informáticos –esencialmente asociados a la implementación de paquetes de software complejos para grandes clientes, incluido el Estado-, las cuales, a su vez, fueron las de mejor desempeño relativo en el período reciente. Este grupo coexiste con un muy numeroso conjunto de empresas locales, muchas de ellas relativamente jóvenes, de tamaño pequeño, que se dedican tanto al desarrollo de productos de software local como a la provisión de servicios informáticos diversos y que tienen una orientación relativamente mayor al sector PyMEs (segmento usuario que fue particularmente afectado por la crisis económica iniciada en 1998).
- El sector está fuertemente orientado al mercado doméstico, siendo las exportaciones –que realizan un pequeño conjunto de firmas- marginales dentro de su facturación total. Esto obedece tanto a razones “microeconómicas” (derivadas de la orientación comercial de las firmas, el tipo de productos y servicios que ofrecen, la debilidad de sus capacidades en materia de comercialización y calidad, etc.), así como del entorno (costos laborales, dificultad de acceso al financiamiento, ausencia de políticas públicas de apoyo a la exportación de SSI, etc.).
- Las firmas de SSI son demandantes de recursos humanos de alta calificación; el 45% del personal empleado por las firmas encuestadas son graduados universitarios, y un 37% son estudiantes y técnicos. Alrededor del 70% del personal ocupado con títulos de grado y posgrado proviene de carreras informáticas. Sin embargo, es bajo el porcentaje de empleados con posgrados en informática (2% del empleo total) y de posgrados en general (4% del empleo total). En este sentido, cabe señalar que en Brasil una encuesta reciente daba un promedio de 3 posgraduados por firma en el sector de SSI, aproximadamente el doble que en la Argentina.
- Las firmas de mayor tamaño son las que utilizan una gama más amplia y sofisticada de herramientas de programación y disponen relativamente de más cantidad de personal calificado. Asimismo, son las que realizan mayores esfuerzos en materia de calidad. De todos modos, sólo 14 firmas (el 16% de nuestra muestra) han implementado un programa de calidad, incluyendo en este número a 3 empresas de hardware y telecomunicaciones. Este es un porcentaje bajo en comparación con otros países en desarrollo; por ejemplo, una encuesta realizada a firmas brasileñas de software mostraba que el 26% de las mismas contaban con una certificación de calidad en 1999 (y ese porcentaje probablemente ha subido desde entonces considerando el impulso que recibe el tema en aquel país).
- Se observa entre los desarrolladores locales de productos de software un alto grado de concentración en las áreas de contabilidad y gestión empresarial –en las cuales pueden aprovechar las ventajas derivadas de su mayor capacidad de adaptación a las necesidades “idiosincráticas” de los clientes domésticos-. A su vez, esta ventaja para atender el mercado doméstico puede convertirse en una limitante para expandirse a terceros mercados, considerando que no siempre es fácil “desargentinizar” los productos para readaptarlos a las

exigencias propias de otros países en los cuales, además, se carecen de los contactos personales que favorecen la penetración en el mercado local.

- En el caso de los proveedores de servicios se observa un patrón de especialización similar, aunque para este grupo el *e-commerce*, que ha tenido un crecimiento importante durante los últimos años en Argentina, es el área de aplicación predominante. En cuanto a las industrias o sectores económicos abastecidos, la mayoría de las empresas que desarrollan software en el país comercializa principalmente aplicaciones orientadas al sector bancario y financiero, comercios y supermercados, salud, telecomunicaciones y administración pública.
- Un hecho significativo a destacar es que las firmas del sector exhiben un grado de diversificación de actividades muy amplio. Esto por un lado puede estar mostrando flexibilidad de adaptación a distintos requerimientos, pero por otro puede revelar que en realidad muchas firmas, y en particular las más pequeñas, no pueden mantener estrategias de especialización en un contexto en el cual el tamaño pequeño del mercado local hace que, para sobrevivir, deban responder a demandas muy diversas. Sin duda, de primar esta interpretación, este hecho aparecería como un elemento negativo a futuro para el desarrollo del sector.
- En cuanto a las firmas que trabajan con software de gestión, si bien hasta ahora gozaban de una fuerte protección “natural”, especialmente en el mercado de las PyMEs, esta posición se vería ahora amenazada por una serie de factores: i) el avance de las grandes firmas internacionales proveedoras de sistemas de gestión (SAP, J D Edwards, etc.) hacia el segmento de las PyMEs de mayor tamaño; ii) el ingreso de productos extranjeros (mayormente de origen español) a precios bajos para el segmento de PyMEs; iii) los cambios tecnológicos (actualización de software vía Internet, soporte técnico vía *call centers*, etc.) que erosionan la ventaja de la cercanía geográfica entre usuario y proveedor; iv) las compras de firmas argentinas por parte de ET, lo cual desincentiva el uso de software local (Stamm, 2000). En tanto, si bien todavía hay un porcentaje alto de PyMEs que aún no han informatizado su gestión, hay dudas sobre el tamaño real que podrá adquirir este mercado (en particular por las dificultades económico-financieras que atraviesan dichas firmas a nivel local). A esto se suma la ya mencionada dificultad para acceder a terceros mercados en este tipo de productos para las firmas argentinas. Por consiguiente, la especialización en software de gestión no parece resultar un sendero promisorio para las empresas argentinas de SSI.
- En este contexto, no es posible detectar tendencias a la especialización en ninguna de las áreas en las cuales, según trabajos previos sobre el tema, la Argentina podría generar una trayectoria de expansión sustentable. Únicamente aparece el sector de software para telecomunicaciones (en función de las nuevas inversiones anunciadas por algunas firmas extranjeras) como un segmento en el cual podría generarse a futuro un *cluster* dentro del sector SSI, aunque hay que tener en cuenta que sólo hay una empresa actualmente operando en forma efectiva en ese rubro en el país, en tanto que las restantes inversiones aún no se han concretado.

- Finalmente, cabe señalar que los desarrollos que realizan las firmas locales provienen en la mayoría de los casos de la necesidad de mejorar y adaptar sus productos a las nuevas tecnologías y plataformas disponibles o bien de ampliar el rango de aplicaciones, pero raramente constituyen desarrollos verdaderamente innovadores, aunque ha habido algunos casos excepcionales (como el de Intersoft) de firmas que han basado su expansión en el desarrollo de capacidades innovativas endógenas. En este contexto, cabe destacar el hecho de que son muy escasos los vínculos que mantienen las firmas locales con instituciones de I&D, universidades, firmas de consultoría, etc. para el desarrollo de sus actividades de innovación. Asimismo, la escala relativamente pequeña del mercado doméstico dificulta la posibilidad de que las firmas locales dediquen esfuerzos significativos para actividades de I&D, cuya recuperación exigiría en muchos casos el disponer de mercados más amplio. A esto se le suma que el tipo de demanda local, en general, plantea bajos estímulos para el aprendizaje para las firmas de SSI (y lo mismo ocurriría en materia de inducción de esfuerzos en el área de calidad).

3) Los factores de competitividad del entorno económico e institucional

El análisis de la competitividad del entorno para el desarrollo del sector de SSI en la Argentina presenta tanto factores positivos como negativos:

- Entre los primeros cabe destacar la calidad de los recursos humanos, el cual ha sido el único factor claramente destacado como positivo por las firmas encuestadas (y en particular por las empresas grandes y medianas, los proveedores de servicios y las desarrolladoras de productos locales). El hecho de que sean las firmas pequeñas y las que comercializan productos extranjeros quienes le otorgan una menor ponderación relativa puede estar asociado, en el primer caso, a que este grupo tiene mayores dificultades en acceder a personal calificado y, en el segundo, al hecho de no llevar a cabo actividades de desarrollo en el país.
- La infraestructura de telecomunicaciones ha mejorado sensiblemente en la última década (aunque las firmas del sector estiman que su costo es todavía alto), al tiempo que se expandía fuertemente, aunque de manera heterogénea, el uso de la informática tanto en hogares como en el sector empresario privado y el Estado. La Argentina se encuentra por encima del promedio latinoamericano en cuanto a la penetración de las TICs, aunque otros países de la región (Uruguay, Brasil, Chile, México) presentan indicadores comparables o incluso superiores en ciertos casos.
- El PBI del país se ubica alrededor de los U\$S 280.000 millones anuales y el PBI per cápita supera los U\$S 7000, lo cual implica que el mercado doméstico, si bien lejos de los estándares de los países desarrollados más grandes, no deja de ofrecer una base inicial razonable para las firmas que quieren avanzar en el sector. Sin embargo, cabe destacar que siendo un mercado interesante en términos de la comercialización de productos, su tamaño es relativamente pequeño para recuperar la inversión –y afrontar el riesgo- que supone el desarrollo de productos verdaderamente innovadores.

- En contraste, el costo laboral es un factor desfavorable en la comparación internacional, ya que es superior al de varios países de desarrollo medio (Portugal, Grecia, Irlanda, por ejemplo), que tienen otras ventajas para servir como localización de actividades de producción de software *vis a vis* la Argentina (mayor cercanía a los principales mercados, pertenencia a la Unión Europea, manejo del idioma inglés –en el caso de Irlanda-, etc.).
- En tanto, si bien es mayoritaria la opinión de que la formación universitaria en informática e ingeniería de sistemas es satisfactoria, se ha señalado que en ciertos casos existe una orientación demasiado académica entre los graduados. A la vez, algunos indicios sugieren que la formación universitaria alienta en escasa medida la aparición de actitudes de *entrepreneurship* entre los estudiantes, cuando justamente es la universidad la principal fuente de nuevos empresarios en este sector en todo el mundo. También se han observado problemas de acceso al personal para las firmas que requerían profesionales con conocimientos en lenguajes y herramientas de Internet de última generación.
- Más aún, incluso reconociendo que la calidad de los recursos humanos locales es adecuada, se ha señalado que son pocos los profesionales de máximo nivel disponibles en el país, lo cual limita las posibilidades de avanzar en desarrollos innovativos y también repercute negativamente sobre la formación universitaria de los estudiantes del área. Asimismo, a futuro en un escenario de expansión de la demanda doméstica por profesionales en SSI y posible “*brain drain*” hacia los países desarrollados se podría llegar a una situación en la cual la disponibilidad de personal se convierta en un obstáculo para el desarrollo del sector a nivel local.
- Otro factor claramente negativo es el acceso al financiamiento. Las firmas –en particular las de menor tamaño y de capital local- tienen dificultades para acceder al mercado financiero formal, en un contexto en el cual el mercado local de capitales está poco desarrollado y hay una práctica ausencia de mecanismos de financiamiento alternativos (capital de riesgo, etc.)⁶⁸. En tanto, las políticas públicas de financiamiento preferencial para PyMEs no han atendido, en general, la problemática específica de los sectores intensivos en tecnología⁶⁹. En este contexto, no sorprende que algunas firmas hayan salido a buscar financiamiento en el exterior. Al menos dos de esas firmas, sobre las cuales se cuenta con información fehaciente, han terminado vendiendo la parte mayoritaria de su capital a accionistas extranjeros, lo cual muestra la dificultad que supone obtener financiamiento internacional para una empresa de SSI con base en la Argentina. De todos modos, esta “emigración” de firmas no necesariamente es mala *per se*, siempre y cuando se mantenga en manos locales el *management* y se preserven las actividades locales de desarrollo (tal como, al menos hasta el momento, ha ocurrido en los dos casos que hemos analizado en Argentina).
- Hay una fuerte debilidad en lo que hace a las instituciones de investigación y asistencia técnica. Son escasísimas las universidades en donde se hace I&D en software y en general éstas tienen poco contacto con las firmas privadas. En tanto, si bien el gobierno puso en

⁶⁸. Esta es una dificultad común, en el caso argentino, para todas las PyMEs emprendedoras.

⁶⁹. Las líneas del FONTAR, que han sido usadas por algunas firmas de SSI, son una excepción al respecto.

marcha hacia fines de los años 1990 algunos instrumentos de apoyo a la I&D en el sector privado –que fueron empleados por varias firmas del sector-, los mismos no alcanzaron para modificar un panorama poco alentador en este plano.

- La estructura impositiva es el factor que mayor impacto negativo tendría sobre el sector según la percepción de las firmas encuestadas. En consecuencia, no sorprende encontrar que el otorgamiento de incentivos fiscales sea la medida de política más reclamada por las firmas de SSI. En este sentido, hay que recordar que la reducción de aportes patronales para el sector dispuesta a fines del pasado año no se ha reglamentado aún. En tanto, por el momento es el gobierno de Córdoba quien más ha avanzado en el diseño de una política de incentivos para atraer empresas del sector de “alta-tecnología”, de la cual el caso Motorola es el ejemplo más notorio.
- Es interesante destacar que las políticas tendientes a facilitar el acceso a mercados externos no han sido catalogadas como importantes por las firmas de SSI. Este hecho se explicaría por la antes mencionada orientación mercado-internista del sector, pero revelaría también una falta de interés, al menos como actitud general entre las firmas encuestadas, por revertir esa situación.
- Tampoco han sido apreciadas como significativas las políticas de incubación de empresas. Además de reflejar una actitud algo “cortoplacista” por parte de las firmas del sector (dado que las incubadoras tenderían, en principio, a generar nuevos competidores para ellas), también ello puede ser consecuencia de una situación en la cual, fuera de las relaciones basadas en la comercialización de productos de terceros, parece haber un escaso grado de “asociatividad” y cooperación entre las firmas del sector.
- Los niveles de piratería en software son altos en Argentina, incluso para el promedio latinoamericano, siendo el propio Estado uno de los principales infractores. Aparentemente, el problema radica más en la debilidad en el *enforcement* de la legislación vigente, que en la inadecuación de esta última. No sorprende que sean las comercializadoras de productos extranjeros –y en particular las que ofrecen productos destinados al mercado masivo- las que ponen mayor énfasis en este tema.

4) Reflexiones finales y sugerencias de política

El sector de software y servicios informáticos (SSI) ha tenido una significativa expansión en la Argentina a partir de sus inicios (los cuales podemos fechar en los años 1970), expansión que se ha dado de forma esencialmente espontánea, considerando la carencia de políticas públicas de estímulo al sector.

Sin embargo, parece existir una disparidad muy fuerte de estrategias, posibilidades e intereses entre un relativamente pequeño número de firmas de gran tamaño, muchas de ellas de capital extranjero, que venden productos importados o prestan servicios informáticos a grandes clientes (y que sólo excepcionalmente realizan actividades de desarrollo a nivel local), y una miríada de medianas y principalmente pequeñas firmas de capital local que siguen, predominantemente,

estrategias de supervivencia buscando nichos relativamente protegidos de la competencia de sus pares de mayor tamaño y en general atienden a usuarios locales que son también PyMEs.

Las firmas del primer grupo son las que tienen un mejor acceso a los recursos humanos calificados, han implementado en mayor medida sistemas de certificación de calidad, manejan herramientas de programación más complejas y variadas, y tienen menores dificultades en materia de acceso al financiamiento. Asimismo, en el caso de las firmas extranjeras, cuentan con el respaldo de sus matrices en términos no sólo de financiamiento, sino también de comercialización, tecnologías, etc.

Sin embargo, el sector de SSI en la Argentina no es el de Irlanda, ya que aquí está lejos de haberse registrado un *boom* de inversiones extranjeras tendientes a radicar en el país operaciones de producción, logística, adaptación y desarrollo de software. El anuncio de Motorola de una inversión en la provincia de Córdoba –aún no concretada-, que fue seguido por otros similares de NEC e IBM, de ningún modo pueden ser interpretados aún como un principio de cambio en este sentido, aunque sin duda, de concretarse, tendrán efectos positivos sobre el desarrollo de todo el sector.

A la vez, la Argentina tampoco es, en SSI, Israel o la India, e incluso ni siquiera ha alcanzado, en términos relativos, el desarrollo que se está observando en un país como Uruguay, ya que las firmas locales están aún en su enorme mayoría totalmente focalizadas en sus mercados domésticos, a los cuales abastecen preferentemente con productos y servicios “idiosincráticos” –generalmente asociados a gestión empresarial-, sin que se perciba ninguna tendencia a la formación de *clusters* de especialización que pudieran formar la base de estrategias sustentables en el largo plazo.

En estas condiciones, de no alterarse la trayectoria que ha venido siguiendo este sector hasta el presente, la oferta local de SSI seguirá creciendo en función del aumento de la demanda doméstica, pero difícilmente consiga convertirse en un sector dinámico y competitivo a escala internacional, ya que el “techo” de su desarrollo estará dado por las limitaciones que tienen que ver tanto con el “entorno” en el cual se desenvuelve –reducida escala de mercado, falta de acceso al financiamiento, relativamente bajo nivel de exigencias técnicas por parte de los usuarios locales, costos laborales e impositivos altos- como con las carencias –en materia de calidad, tecnología, comercialización, *management*, etc.- propias de las firmas que realizan localmente actividades de SSI.

En este escenario, es posible plantear algunas de las cuestiones que tienen una incidencia determinante sobre la futura evolución del sector y sobre las posibilidades de mejorar su trayectoria de desarrollo a largo plazo:

- En buena medida, la evolución del contexto económico y productivo local tendrá una fuerte influencia sobre las posibilidades de desarrollo del sector de SSI. Más allá del impacto del ciclo económico sobre la demanda local por SSI, será clave la forma que asuma la continuidad del proceso de reestructuración de la economía local comenzado a principios de la década pasada. En este sentido, es posible asumir que un mayor peso de estrategias “ofensivas” de reestructuración (esto es, vía mayores inversiones, adopción de nuevas

tecnologías y sistemas de organización y gestión, difusión de estándares de calidad, etc.) hará que las firmas locales aumenten sus demandas de SSI no sólo cuantitativa sino también cualitativamente. Otro factor importante será el grado de penetración de las TICs en la sociedad local (incluyendo temas como *e-business*, *e-government*, etc., entre otros). También influirá la evolución de las inversiones y la producción local en sectores que pueden ser demandantes, por ejemplo, de software embebido (autos, electrodomésticos, equipos de telecomunicación, etc.).

- Las políticas públicas, en la medida en que tengan un cierto grado de estabilidad y previsibilidad, pueden jugar un papel importante para estimular el desarrollo de este sector. Cabe destacar, en este sentido, que dichas políticas, de ser implementadas, operarían sobre una actividad que ya ha tenido un desarrollo espontáneo relativamente significativo (en otras palabras, no se trata de “crear” un sector desde la nada). Algunos temas en esta dirección son los siguientes: i) acceso al financiamiento (incluyendo entre otras cuestiones los sistemas de capital de riesgo); ii) estímulos y facilidades para el surgimiento y expansión de *start ups*; iii) mejora de la infraestructura de apoyo tecnológico y estímulos para la realización de actividades de I&D en firmas privadas; iv) asistencia técnica, comercial, etc. para las firmas que desean exportar o internacionalizar sus operaciones; v) uso del poder de compra gubernamental para la difusión de estándares de calidad; vi) revisión de la estructura impositiva y disminución de costos laborales.
- Más allá de que este tipo de políticas pueda favorecer la supervivencia y expansión de las firmas locales, probablemente el sector necesite un “empuje” proveniente de la instalación de un número importante de empresas multinacionales líderes en el sector a nivel mundial. Por ejemplo, este movimiento podría vincularse a la idea de convertir a la Argentina en la base operativa de dichas empresas para América del Sur. Además de sus efectos positivos en materia de exportaciones, inversiones, transferencia de tecnología, etc., la llegada a la Argentina de este tipo de firmas, lejos de afectar el desenvolvimiento de las empresas locales, podría contribuir por tres vías a su expansión: i) vía efecto “reputación” del país que se convertiría en “productor” de software reconocido internacionalmente; ii) a través del establecimiento de relaciones de subcontratación, *networking*, etc.; iii) en el mediano y largo plazo, a través del surgimiento de *spin offs* creados por empleados de las ET.
- En cualquier caso, está claro que la Argentina necesita mejorar sus “ventajas de localización” para lograr atraer este tipo de inversiones. Ello implica trabajar sobre temas tales como: i) incentivos: tal como han hecho varios países (por ejemplo, Irlanda), es muy probable que se necesite otorgar incentivos fiscales para atraer a las ET del sector a la Argentina (por ejemplo, a través de reducciones o exoneraciones tributarias). El gobierno nacional podría coordinar estas acciones con sus pares provinciales y municipales en cada caso. A su vez, esos incentivos deberían otorgarse en contrapartida de compromisos respecto de realización de actividades de I&D, exportaciones y/o contratación de mano de obra, por ejemplo; ii) disponibilidad y costo de los recursos humanos: sería necesario elevar la oferta de graduados disponibles para el sector de SSI, así como enfatizar más en la mejora de la calidad de la formación de grado y posgrado. En este sentido, cabe también señalar que la oferta educativa para el sector de SSI en la Argentina se ha venido desarrollando con el mismo grado de espontaneidad que la propia actividad, espontaneidad

que debería ser abandonada de adoptarse políticas específicas de impulso a la producción local de SSI; iii) mejorar el *enforcement* de las leyes de propiedad intelectual: evidentemente, un país con tasas de piratería muy altas, y donde los propios organismos estatales son usuarios habituales de software ilegal, no resulta el lugar más atractivo para que las grandes firmas del sector a nivel internacional radiquen inversiones significativas –y, de hecho, tampoco favorece el eventual surgimiento de innovadores locales–.

- Todo esto, por cierto, debe venir acompañado por esfuerzos significativos por parte de las firmas locales en procura de mejorar los estándares de calidad y productividad, ampliar su horizonte de negocios en búsqueda de nuevos nichos de negocios que potencialmente puedan generar posibilidades de especialización sustentable, tender a la generación de redes de cooperación interempresarias e interinstitucionales y comenzar a revertir su orientación excesivamente “mercado internista”. En ausencia de este tipo de cambios, los efectos que podrían derivarse de eventos tales como la adopción de nuevos esquemas de políticas públicas, o la llegada de grandes firmas extranjeras, probablemente serán acotados.

En suma, se trata de que a futuro el sector de SSI no sólo siga creciendo en términos cuantitativos, sino que ingrese en una trayectoria de desarrollo más “virtuosa” desde el punto de vista cualitativo. Esta transformación, de producirse, seguramente ocurrirá a través de un proceso largo y evolutivo. Esto es así considerando que es difícil cambiar rápidamente rutinas comerciales, productivas, de *management*, etc. desarrolladas por las firmas a través de los años, así como el hecho de que la adquisición de capacidades innovativas es un proceso que tiene características acumulativas y graduales. Sin embargo, aún cuando los resultados no sean inmediatos, es preciso comenzar a inducir esta transformación en forma rápida, ya que la actual “ventana de oportunidad” que existe para ingresar a este sector no necesariamente estará abierta para siempre.

En función de lo antes expuesto, se trata de reconvertir a un sector que hasta ahora opera mayoritariamente con productos y servicios idiosincráticos para un mercado local que genera pocos estímulos y oportunidades para los emprendedores innovadores. Dicha reconversión debería apuntar a objetivos tales como una mayor orientación hacia la exportación –lo cual, además del acceso a mercados más amplios, podría generar efectos favorables para el proceso de aprendizaje innovativo de las firmas locales, así como, eventualmente, poner en contacto a estas últimas con mercados con mayores niveles de exigencia en términos de calidad, plazos, etc.–, mayor énfasis en la difusión de estándares de calidad, soporte para que las firmas desarrollen localmente actividades de I&D y un entorno que favorezca el surgimiento de *entrepreneurs*, facilitando, entre otros factores, el acceso al financiamiento y reduciendo las barreras burocráticas e impositivas que hoy enfrentan los potenciales emprendedores. Asimismo, se debería promover el ingreso al sector de nuevos jugadores (tanto locales como extranjeros) al sector de SSI, que generen un efecto demostración significativo tal que la Argentina gane reputación internacional como productor de software. Por último, el sector educativo debería formar parte activa de esta transformación, acercándose más a las necesidades del sector privado tanto en lo que hace a la formación de personal como en la realización de actividades de I&D.

Referencias bibliográficas

Arora, A., V. S. Arunachalam, J. Asundi y R. Fernandes (1999), "The Indian Software Services Industry", mimeo, Heinz School, Carnegie Mellon University, Pittsburgh.

Andersen, E. S. y Valente, M. (1999), "The two software cultures and the evolution of evolutionary economic simulation", DRUID and Aalborg University, diciembre.

Baeza Yates, R. A., D. A. Fuller, J. A. Pino y S.E. Goodman (1995), "Computing in Chile: the jaguar of the Pacific Rim?", **Communications of the ACM**, N° 38, septiembre.

Banerjee, A. y E. Duflo (2000), "Reputation effects and the limits of contracting: a study of the Indian software industry", **The Quarterly Journal of Economics**, Volumen 115, N° 3.

Bastos Tigre, P. y A. J. Junqueira Botelho (1999), "Brazil meets the global challenge: IT policy in a post-liberalization environment", mimeo, noviembre.

Bauer, F. L. (1972), "Software Engineering", **Information Processing** N° 71.

Bitzer, J. (1997), "The computer software industry in East and West: do Eastern European countries need a specific science and technology policy?", Deustches Institut for Wirtschaftsforschung, Discussion Paper N° 149, Berlin.

Bour, J. L. (1985), "La terciarización del empleo en la Argentina. El sector de servicios a las empresas", mimeo, Buenos Aires.

BSA -Business Software Alliance-/SIIA -Software & Information Industry Association- (2000), **1999 Global Software Piracy Report**, mayo.

Campbell-Kelly, M. (1995), "Development and structure of the international software industry, 1950-1990", **Business and Economic History**, Volumen 24, N° 2, Winter.

Chudnovsky, D. (1986), "Los servicios informáticos y de telecomunicaciones en América Latina: las cuestiones que requieren ser investigadas", CET, Buenos Aires.

Coe, N. M. (1999), "Emulating the celtic tiger? A comparison of the software industries of Singapore and Ireland", **Singapore Journal of Tropical Geography**, 20(1).

Cohen, J. y M. Lemley (2001), "Patent scope and innovation in the software industry", **California Law Review**, Volumen 89, N° 1, enero.

Computerworld Chile (1999), "¿En qué está el software chileno?", N° 196, 27 de octubre-9 de noviembre de 2001.

Correa, C. (1990), "The legal protection of software. Implications for latecomer strategies in newly industrializing economies and middle-income economies", OECD Development Center, Technical Paper N° 26, Paris.

Correa, C. (1996), "Strategies for Software Exports from Developing Countries", **World Development**, Vol. 24, N° 1.

Correa, C. (1999), "Propiedad intelectual y programas de computación", en **2° Congreso sobre Propiedad Intelectual. Cultura, Ciencia y Tecnología en la Universidad**, Serie Ciencia y Tecnología en la UBA, Buenos Aires.

David, P. y D. Foray (1995), "Accessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base", **STI Review**, N° 16.

David, P. y G. Wright (1999), "General purpose technologies and surges in productivity. Historical reflections on the future of the ICT revolution", presentado en el Simposio Internacional sobre **Economic Challenges of the 21st century in historical perspective**, Oxford.

D'Costa, A. P. (2000), "Export Growth and Path-Dependence The Locking-in of Innovations in the Software Industry", **4th International Conference on Technology Policy and Innovation**, Curitiba, Agosto.

Freeman, C. (2000), "A Hard Landing for the 'New Economy'? Information Technology and the United States National System of Innovation", SPRU, Electronic Working Paper Series Paper N° 57.

Frick, S. y O. Frick (2000), "Demanda e oferta de capital de risco no Brasil", **Economía & Tecnología**, Volumen 3, N° 5, mayo.

Gordon, R. (1999), "Has the 'New Economy' rendered the productivity slowdown obsolete?", mimeo, Northwestern University, junio.

Gordon, R. (2000), "Does the 'New Economy' measure up to the great inventions of the past?", **The Journal of Economic Perspectives**, Volumen 14, N° 4, Fall.

Heeks, R. (1999a), "Software Strategies in Developing Countries", Working Paper Series N° 6, IDPM, University of Manchester.

Heeks, R. (1999b), "Indian software labour: cost breakdown comparison", mimeo, IDPM, University of Manchester.

Heeks, R., S. Krishna, B. Nicholson y S. Sahay (2000), "Synching or Sinking: Trajectories and strategies in global software outsourcing relationships", Working Paper Series N° 9, IDPM, University of Manchester.

Hoch, D., C. Roeding, G. Purkert y S. Lindner (1999), **Secrets of Software Success. Managements Insights from 100 Software Firms around the World**, Harvard Business School Press, Boston.

IAD -Instituto Alemán de Desarrollo- (2000), "El desarrollo de las capacidades tecnológicas en Argentina: el papel del software y de los servicios informáticos", mimeo, abril.

IIPA -International Intellectual Property Alliance- (2000), "2000 Special 301 Report. ARGENTINA", mimeo.

INDEC (1998), "Encuesta sobre la conducta tecnológica de las empresas industriales argentinas", Serie Estudios, N° 31, Buenos Aires.

Jorgeson, D. y K. Stiroh (2000), "US economic growth in the new millenium", **Brooking Papers on Economic Activity**, Macroeconomics 1:00.

Katz, M. y C. Shapiro (1985), "Network externalities, competition and compatibility", **American Economic Review**, Volumen 75, N° 3.

Katz, M. y C. Shapiro (1992), "Product introduction with network externalities", **The Journal of Industrial Economics**, pp. 55-83, marzo.

Kogut, B. y A. Meitu (2000), "The emergence of e-innovation: insights from open source software development", Reginal H Jones Center, The Wharton School, WP 00-11.

Kopetz, H. (1995), "The software market: emerging trends", Advanced Technology Assessment System (ATAS), **Information Technology for Development**, UNCTAD, Nueva York/Ginebra.

Lakhani, K. y E. von Hippel (2000), "How Open Source software works: 'Free' user-to-user assistance", MIT Sloan School of Management, Working Paper N° 4117, mayo.

Lateef, A. (1995), "The Software Industry Cluster in Bangalore, India", Advanced Technology Assessment System (ATAS), **Information Technology for Development**, UNCTAD, Nueva York/Ginebra.

Lerner, J. y J. Tirole (2000), "The simple economics of open source", Harvard Business School, Working Paper 00-059, marzo.

McKinsey (2000), "Current research ... in Europe", **The McKinsey Quarterly**, N° 2.

Merges, R. (1996), "A Comparative Look at Intellectual Property Rights and the Software Industry", en Mowery, D. (ed.), **The International Computer Software Industry**, New York, Oxford University Press.

MIEM –Ministerio de Industria, Energía y Minería- (1999), Informe Sector Software, Montevideo.

Mowery, D. (ed.) (1996), **The International Computer Software Industry**, New York, Oxford University Press.

Nasscom (2000), "Indian IT Software and Services Industry", disponible en <http://www.nasscom.org>.

Nasscom (2001a), "Indian IT Software and Services Industry", disponible en <http://www.nasscom.org>.

Nasscom (2001b), "Intellectual property right in India", disponible en <http://www.nasscom.org>.

Nowak, M. y C. Grantham (2000), "The virtual incubator: managing human capital in the software industry", **Research Policy**, 29, pp. 125-134.

OECD (1985), **Software: an emerging industry**, Information Computer Communications Policy, OECD, Paris.

OECD (1997), **Information Technology Outlook 1997**, OECD, Paris.

OECD (2000a), "Is there a new economy?", First report on the OECD Growth Project, OECD, Paris.

OECD (2000b), **Information Technology Outlook 2000. ICTs, E-commerce and the information economy**, OECD, Paris.

Oliner, S. y D. Sichel (2000), "The resurgence of growth in the late 1990s: is information technology the story", **The Journal of Economic Perspectives**, Volumen 14, N° 4, Fall.

Perazzo, R., M. Delbue, J. Ordoñez y A. Ridner (1999), "Oportunidades para la producción y exportación argentina de software", Documento de Trabajo N° 9, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Buenos Aires.

Price Waterhouse (1997), "Impacto de la industria de software empacado en las economías latinoamericanas", preparado para la Business Software Alliance, junio.

Price Waterhouse (1999), "Strategic development of internationally traded service industries throughout Ireland: Software", noviembre.

Prince & Cooke (1998), "Informe 1998-1999. Mercado argentino de informática y telecomunicaciones", diciembre, Buenos Aires.

Prince & Cooke (1999), "Remuneraciones del área de sistemas", Buenos Aires.

Prince & Cooke (2001), "Mercado argentino de Tecnología de la Información y las Telecomunicaciones", febrero, Buenos Aires.

Prochnik, V. (1997), "Cooperation between universities, companies and government in the national export software program - SOFTEX 2000", Instituto de Economía, UFRJ.

Richardson, G. B. (1997), "Economic Analysis, Public Policy and the Software Industry", DRUID Working Paper N° 97-4.

Sallinen (2000), "Social Embeddedness of Dynamic Capabilities: the Case of Product Development of Small Finnish Software Supplier Companies", University of Uulu, Finland.

Schware, R. (1992), "Software Industry Entry Strategies for Developing Countries: a 'Walking on Two Legs' Proposition", **World Development**, Vol.20, N° 2.

SECYT –Secretaría de Ciencia y Técnica-/Subsecretaría de Informática y Desarrollo (1987), “Producción y comercio de software en la Argentina”, Documento SID N° 35, Buenos Aires.

SECYT –Secretaría de Ciencia y Técnica-/UBA -Universidad de Buenos Aires- (1996), “Relevamiento de recursos económicos de 15 disciplinas científicas en la Universidad de Buenos Aires”, Serie Ciencia y Tecnología en la UBA, Buenos Aires.

Smith, K. (2000), “What is the ‘the knowledge economy’? Knowledge intensive industries and distributed knowledge bases”, paper presented to **DRUID Summer Conference on The Learning Economy –Firms, Regions and Nation Specific Institutions**, June.

Stamm, A. (2000), “La industria argentina de software: perfil, opciones de desarrollo y recomendaciones de política para su fomento”, mimeo, Buenos Aires.

Steinmueller, W. E. (1996), “The US Software Industry: an Analysis and Interpretative History”, en Mowery, D., **op cit**.

Stolovich, L., G. Lescano y R. Pessano (2001), “Las industrias del copyright en Uruguay”, Projeto: Importancia Economica das Atividades Protegidas por Direitos Autorais dos Países do Mercosul e Chile, OMPI/UNICAMP.

Tallon, P. y K. Kraemer (1999), “Ireland’s coming of age with lessons for developing countries”, **Journal of Global IT Management**, Volumen 3, N° 2.

Teubal, M., G. Avnimelech y G. Alon (2000), “The Israeli software industry: analysis of the information security sector”, mimeo, TSER PROJECT “SME in Europe and Asia: Competition, Collaboration and Lessons for Policy Support”.

Torrise, S. (1998), **Industrial Organization and Innovation. An International Study of the Software Industry**, Edward Elgar, Cheltenham.

Van Wegberg, M. y P. Berends (2000), “Competing communities of users and developers of computer software: competition between open source software and commercial software”, NIBOR Working Paper, mayo.

Warren-Boulton, F. y K. Baseman (1994), “The economics of intellectual property protection for software: the proper role for copyright”, preparado para la reunión del American Council on Interoperable Systems, Washington D.C., junio.

Weber, S. (2000); “The political economy of open source software”, BRIE Working Paper 140, Economy project, Working Paper 15, Junio.

Weber, K., C. J. do Nascimento, D. da Silva Marinho y G. Durski (2000), “Measurements of quality and systemic productivity in the brazilian software industry”, presentado en el International Productivity Symposium, Curitiba, mayo de 2000.

WITSA -World Information Technology and Services Alliance- (2000), “Digital Planet 2000. The global information economy”, noviembre.

World Bank (1999), **Entering the 21st Century. World Development Report 1999/2000**, Oxford University Press, New York.

Zhang, G. (2000), **Knowledge-based industries in Asia**, OECD, Science, Technology, Industry, Paris.