

Procesos de innovación y competencias de los recursos humanos en la industria del *software* en Argentina

Innovation processes and competences of human resources in the software industry of Argentina

Jorge José Motta , Leticia Zavaleta, Irene Llinás y Lucía Luque *

El objetivo de este artículo es contribuir al análisis de los factores que influyen en el proceso de innovación de las empresas de *software* y servicios informáticos de Argentina en base a información proveniente de una encuesta a una muestra de 257 empresas de Buenos Aires, Córdoba y la Provincia de Santa Fe. A través del análisis factorial de correspondencias múltiples y del análisis de *cluster*, se demuestra la existencia de una asociación directa entre los indicadores de producto innovador y un conjunto de variables que miden los Esfuerzos de innovación encarados por las firmas, las Vinculaciones establecidas con otros agentes del sistema, el nivel de Competencias Tecnológicas acumuladas y ciertas características del Proceso de Trabajo. Adicionalmente, se intentó demostrar que la capacidad de introducir innovaciones está fuertemente relacionada con el nivel de educación formal de la mano de obra, pero el análisis efectuado no encontró evidencia que respalde esa hipótesis.

145

Palabras clave: *software*, innovación, educación formal

The purpose of this article is to contribute to the analysis of the factors that have an influence in the process of innovation in the software sector in Argentina. The study was based on a survey applied to a sample of 257 firms of Buenos Aires, Córdoba and Santa Fe. Through a multiple factor analysis and a cluster analysis, it can be showed that there is a direct association between an innovative product and a set of variables that measure the efforts of innovation invested by the firms, the links to other agents of the system, the level of cumulative technological competences, and some characteristics of the working process. Additionally, we tried to demonstrate that the capacity of introducing innovations by a firm is strongly related to the level of formal education of its labor force, though the test that was carried out did not fully support this hypothesis.

Key words: *software*, innovation, formal education

* Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Correos Electrónicos: jjmotta@eco.unc.edu.ar, letzav@eco.unc.edu.ar, crllinas@eco.unc.edu.ar, crllinas@eco.unc.edu.ar.

1. Planteamiento del problema y objetivos generales

El sector de *software* y servicios informáticos (SSI) argentino viene creciendo a muy altas tasas desde hace más de una década. Su trayectoria parece no estar afectada ni por la marcada desaceleración del crecimiento económico argentino de los últimos años, ni por la paulatina apreciación del tipo de cambio, ni aun por la recesión en la que han entrado algunos de los países hacia donde tradicionalmente se han dirigido las exportaciones locales. Las explicaciones a este fenómeno normalmente hacen referencia a dos factores fuertemente relacionados entre sí: por un lado, al continuo crecimiento de la demanda que permanentemente genera nuevos segmentos y actividades a atender, y por el otro, el rápido ritmo de innovación que caracteriza a esta actividad.

El objetivo de este trabajo es contribuir al análisis de los factores que influyen en el proceso de innovación de las empresas de SSI de la Argentina, y analizar especialmente la relación entre educación formal e innovación. Para ello, en la próxima sección se presenta el marco teórico que fundamenta las hipótesis del trabajo. A continuación se describe la fuente de información utilizada y se resume el comportamiento de las empresas de la muestra en relación a las variables claves del análisis. En una sección posterior, se definen las técnicas estadísticas a emplear y se presentan los principales resultados. En la sección final se presentan los comentarios finales y las conclusiones.

146

2. Marco teórico, objetivos e hipótesis

En la teoría económica tradicional, al cambio tecnológico se lo considera embebido en la incorporación del factor capital de cualquier función de producción. En cambio, en el presente trabajo utilizamos una explicación endógena del cambio tecnológico, basada en el marco teórico del evolucionismo y recogiendo aportes de la corriente llamada economía de la innovación.

El enfoque evolucionista considera que el cambio tecnológico es un proceso evolutivo de aprendizaje y que la naturaleza de la innovación es sistémica (Nelson y Winter, 1982; Saviotti y Metcalfe, 1984; Dosi, Silverberg y Orsenigo, 1988; Dosi, 1999). Desde el evolucionismo, el éxito del proceso innovador se asocia a la confluencia e interrelación de factores y competencias endógenos de la firma con su capacidad de absorción de conocimientos externos y otros factores relativos al entorno, como la existencia de políticas públicas favorables a la innovación.

En un entorno competitivo caracterizado por un rápido ritmo de cambio en los sectores de alta tecnología, la capacidad de innovar es probablemente el objetivo de mayor importancia para las empresas, y el aprendizaje es la clave para lograr una ventaja competitiva dinámica (Romjin y Albadalejo, 2002: 1054).

La medición de la innovación en *software* acarrea problemas teóricos y metodológicos que si bien vienen siendo estudiados desde hace algún tiempo atrás, todavía no han sido convenientemente resueltos. La literatura sobre el tema ha

mostrado que el proceso de innovación en *software* está afectado por un conjunto de características específicas a esta industria -referidas a la naturaleza difusa de su producto, a la inmaterialidad de los resultados de la producción, a la continua reconfiguración de la oferta y a la simultaneidad entre provisión y consumo-, que requieren ser tenidas en cuenta al momento de medir la innovación (Gallouj y Savona, 2009; Barletta y otros, 2012).

Es por ello que existe una cierta coincidencia en que las mediciones basadas en los conceptos y formas tradicionalmente usadas en el sector manufacturero no son totalmente adecuadas como medida del producto innovador en el sector de SSI, ya que tienden a sobrestimar el fenómeno. En función de ello, en las últimas décadas se vienen realizando esfuerzos para desarrollar un marco específico para la innovación en servicios que se focaliza en los cambios en las capacidades de los oferentes y demandantes y en los atributos técnicos del producto/servicio (Gallouj y Weinstein, 1997; Djellal y Gallouj, 2001; Coombs y Miles, 2000; Drejer, 2004; Gallouj y Savona, 2009). Sin embargo, la falta de consenso acerca de cuáles son los indicadores más adecuados a las especificidades de la innovación en el sector de servicios, por un lado, y la inexistencia de bases de datos adecuadas, por el otro, determinan que en los estudios empíricos de tipo cuantitativo se siga midiendo a la innovación en servicios de manera asimilable a la innovación manufacturera. El presente artículo no escapa a esta limitación.

En lo que respecta a los determinantes de la innovación en el sector de SSI, Romijn y Albadalejo (2002: 1056) plantean que la capacidad innovadora resulta de la combinación de factores internos y externos a la organización. Como factores internos potencialmente importantes señalan: (a) nivel educativo y experiencia previa del fundador/director, (b) las calificaciones profesionales de los trabajadores, y (c) los continuos esfuerzos tecnológicos que inducen a seguir aprendiendo, como las actividades de I+D formal e informal, la capacitación y la formación en el puesto de trabajo, y las inversiones en licencias tecnológicas. Entre los factores externos que potencialmente afectarían la capacidad de innovación mencionan: (a) la intensidad de las redes establecidas con diversos agentes e instituciones, (b) las ventajas de la proximidad geográfica asociadas a la creación de redes, y (c) la recepción de apoyo institucional. Para medir desempeño innovador, utilizan tres indicadores de innovación de productos: nuevos productos, número de patentes y un índice de innovación construido sobre la base de información cualitativa relativa al alcance y la significatividad de los resultados de innovación de la firma. Sobre una muestra de 33 pequeñas empresas de *software* y electrónica de Inglaterra, los resultados de su estudio muestran que el número de patentes depende de la experiencia previa de los dueños en I+D, el gasto en I+D por empleado, la vinculación con instituciones científicas y tecnológicas y con proveedores de servicios y la cercanía a instituciones científicas y tecnológicas. Sin embargo, el análisis no ofrece mucho apoyo a la afirmación de que la intensidad del *networking* y la proximidad a los socios de la red sean favorables a la innovación. Por su parte, el índice de producto innovador depende de la experiencia previa de los dueños, de la proporción de ingenieros entrenados en la fuerza de trabajo y de un conjunto de esfuerzos tecnológicos entre los que destacan los gastos en I+D por empleado, el peso de los gastos de I+D en las ventas y el número de ingenieros entrenados como porcentaje de la fuerza de trabajo.

Por último, los autores señalan que el apoyo de organismos públicos en I+D sigue siendo vital, especialmente para facilitar la creación de empresas nuevas y su acompañamiento en las primeras etapas luego de su creación.

Matusik y Heeley (2005), de la Universidad de Colorado, asocian la capacidad de absorción de las empresas de *software* a múltiples dimensiones, colectivas e individuales. En concreto, se examinan tres dimensiones que componen el constructo capacidad de absorción: (a) la relación de la empresa con su medio ambiente externo (la porosidad de las fronteras firmes), (b) una dimensión colectiva (sus estructuras, rutinas, y la base de conocimiento), y (c) una dimensión individual (capacidades de absorción de los individuos). En un estudio sobre 901 empresas de desarrollo de *software* enlatado (principalmente pequeñas empresas privadas), los resultados indican que la porosidad de las fronteras de las empresas y las capacidades individuales de absorción están significativamente relacionadas con la creación de conocimiento, ya que facilitan la absorción de conocimientos externos. Las personas juegan el rol más importante en la generación de nuevas ideas, mientras que la influencia de la dimensión colectiva (conocimiento relevante de la industria pública y las rutinas y estructuras de transferencia de conocimientos) juega un papel más importante en la construcción sistemática de conocimiento. Estos hallazgos son consistentes con los de otras investigaciones sobre la fusión del conocimiento externo con el existente para crear nuevos conocimientos (Cradwell, 1995; Leonard-Barton, 1995; Nokata y Takeuchi, 1995)

148

Segelod y Jordan (2002, 2004) analizan la importancia de la capacidad de absorción del conocimiento externo en el desarrollo de innovaciones en empresas de *software*. Identifican como factores claves las vinculaciones con agentes del entorno, el tipo de proyecto de *software* desarrollado y la definición de propiedad intelectual. Realizaron un estudio sobre 92 proyectos de desarrollo en firmas de *software* localizadas en diversos países europeos (52), en especial en Suecia (31) y nueve en otros países no europeos (Canadá, EE.UU., Australia y Perú). Los resultados indican un elevado promedio de vínculos externos por proyecto de *software* desarrollado. A su vez, el estudio muestra que el número de vínculos está asociado con el nivel innovativo, el beneficio asociado y el tamaño del proyecto. Además, señalan que cuanto más laxa sea la definición de los derechos de propiedad, más aumentará la adquisición externa de conocimientos. En este caso, los vínculos más importantes identificados son con clientes (duplican los vínculos con universidades y centros tecnológicos), seguido por proveedores y otras empresas. A su vez, según sea el tipo de proyecto de *software*, las vinculaciones que se establecen varían en intensidad. Así, el proceso de desarrollo de *software* a medida, implica un alto grado de colaboración entre clientes y desarrolladores de *software*. En línea con lo planteado por Gallouj y Savona (2009), los procesos de retroalimentación con el cliente son clave en las fases de definición de los requerimientos, el diseño y el desarrollo. Por lo que, bajo esta metodología, el desarrollo de un proyecto de *software* se asemeja más a un proyecto de I+D que al desarrollo de un producto tangible (Barletta et al, 2012).

En la misma dirección, Akman y Yilmaz (2008) sostienen que el éxito innovador se vincula a la capacidad de las empresas de interpretar las necesidades de sus

clientes-meta. En base a una encuesta realizada a 156 empresas de *software* turcas, los autores examinan los factores influyentes en la capacidad de innovación de las PYME en los países en desarrollo, distinguiendo: a) las estrategias de innovación, b) la orientación al mercado, c) la orientación tecnológica, y d) la coordinación interfuncional. Encuentran que el desarrollo de innovaciones está fuertemente asociado al grado de colaboración con los competidores en el desarrollo de nuevo *software* y a la capacidad creativa y calificación de los recursos humanos. Fagan (2004), por su parte, resalta que el trabajo creativo requiere de un proceso de trabajo que fomente un clima creativo.

Kesidou y Szirmai (2008), en base en un estudio de 98 empresas uruguayas de *software*, encontraron evidencia empírica sobre la importancia de los esfuerzos tecnológicos, de la capacidad de absorción y de los *spill-overs* de conocimientos en el desempeño innovador de las empresas. Según estos autores la importancia de los *spill-overs* de conocimientos provenientes del mercado local se deriva del carácter tácito del conocimiento. El hecho de que el conocimiento tácito esté basado en la experiencia y sea contexto específico implica que solo puede ser asimilado a través de la observación y el trabajo compartido.

El presente artículo sigue de cerca la literatura arriba reseñada en cuanto a los determinantes de la innovación en el sector de SSI. Parte conceptualizando a la innovación como un proceso no lineal, pero que está fuertemente afectado por el comportamiento creativo de las empresas, el que —a su vez— depende de los esfuerzos realizados de búsqueda de nuevas alternativas, de las competencias tecnológicas acumuladas en su interior, de ciertas características del proceso de trabajo y de las complementariedades de conocimientos y de recursos que obtengan a través de sus vinculaciones con otros agentes, especialmente con los clientes.

149

Las competencias tecnológicas refieren a las habilidades para identificar, acumular, codificar y aplicar distintos tipos de conocimientos. Determinan, en medida importante, la capacidad de la empresa para emprender procesos, tanto internos como externos, de aprendizaje. Mayores competencias potencian la capacidad de codificar el conocimiento tácito que circula al interior de la empresa y facilitan la absorción de conocimiento externo

Por su parte, los resultados de los esfuerzos de búsqueda innovadora son altamente dependientes del nivel de competencias tecnológicas alcanzadas, pues dependen de la capacidad de aprendizaje interna, además de la capacidad para acceder y aplicar conocimiento proveniente de fuentes externas. Las características del proceso de trabajo, en la medida que favorezcan el trabajo en equipo y la creatividad individual y grupal, también afectan positivamente tanto al resultado de los procesos de búsqueda como al nivel de competencias tecnológicas alcanzado.

Las vinculaciones no comerciales con proveedores, clientes, agencias de gobierno, asociaciones industriales, fundaciones y similares, pueden favorecer y acelerar el proceso de aprendizaje al permitir acceder a conocimiento externo que la propia empresa no puede (fácilmente) proporcionarse (Romij y Abaladejo, 2002). De esta

manera, el número y la intensidad de los vínculos establecidos con otros agentes, especialmente con los clientes, se relaciona directamente con el desempeño innovador de la empresa (Segelod y Jordan, 2002).

Es conveniente enfatizar que las competencias tecnológicas, esfuerzos, características del proceso de trabajo e intensidad de las vinculaciones no comerciales no son variables independientes entre sí. Por el contrario, todas las variables explicativas del producto innovador, es decir los determinantes de la innovación, están profundamente interrelacionadas. Las competencias tecnológicas crecen con los esfuerzos innovadores y con las vinculaciones que las empresas establecen con otros agentes. También están afectadas por las características del proceso de trabajo. Pero la realización de esfuerzos de búsqueda innovadora sólo tiene sentido si la empresa posee un umbral mínimo de competencias tecnológicas, ya que los resultados de los esfuerzos por innovar son altamente dependientes de las competencias acumuladas.

Las competencias tecnológicas también están fuertemente relacionadas con las vinculaciones no comerciales. A mayores competencias le corresponderá una mayor capacidad para absorber conocimiento externo (Cohen y Levinthal, 1990). Sólo las empresas que han alcanzado un adecuado nivel de competencias tecnológicas estarán en condiciones de identificar y absorber los conocimientos que poseen los otros agentes con los que se relacionan. Por eso, es de esperar que las empresas con altas competencias tecnológicas sean propensas a establecer vinculaciones no comerciales con otros agentes. A su vez, mayores vinculaciones favorecen la adquisición de conocimiento externo, lo que acaba incrementando las competencias tecnológicas de las empresas.

150

Por otro lado, también es conveniente adelantar que en este análisis de la innovación en el sector de SSI se privilegia la consideración de los determinantes internos a las empresas, dejando de lado determinantes externos -es decir, aquellos que están fuera del control de las firmas- como el grado de rivalidad existente en el sector, el nivel de oportunidad tecnológica y las características de las políticas públicas, entre otros. Esta decisión no está fundada en el hecho de considerar que este último tipo de determinantes no afectan, o afectan poco el proceso de innovación. Hay, por ejemplo, abundante literatura que ilustra la importancia de las políticas públicas en el estímulo a la innovación en el sector de SSI (Mowery y Langlois, 1996; Anchoroguy, 2000; Arora et al, 2001; Breznitz, 2007; Storz, 2008). El énfasis exclusivo en los determinantes internos obedece a que se adopta como unidad de análisis a la empresa. En otras palabras, se indaga sobre cuáles son los factores que hacen que una empresa de *software* de Argentina sea más o menos innovadora que otra. Es por ello que las variables a nivel meso, sectorial y macro quedan al margen del análisis, lo que no implica suponer que no afectan la capacidad de innovación de las empresas, sino que lo hacen indirectamente a través de su influencia sobre las variables escogidas como determinantes internos. Por ejemplo, el acceso a subsidios públicos para la introducción de innovaciones requiere establecer vinculaciones, no sólo con el agente financiador sino también con otros actores (unidades de vinculación tecnológica, universidades, competidores). Además, estas políticas son aprovechadas especialmente por las empresas que realizan esfuerzos

de búsqueda innovadora y que tienen un adecuado nivel de competencias tecnológicas.

El objetivo de este trabajo es, en primer lugar, contribuir al análisis de los factores que influyen en los procesos de innovación en las empresas de SSI de Argentina. Respecto de este objetivo, la hipótesis de trabajo es que el desempeño innovador de las empresas está directamente relacionado con la magnitud de los esfuerzos de innovación encarados por las firmas, las vinculaciones establecidas con otros agentes del sistema, las características del proceso de trabajo y el nivel de competencias tecnológicas acumuladas. En segundo lugar, y teniendo en cuenta que se trata de una actividad que es conocimiento y mano de obra intensiva, se propone la hipótesis de que la capacidad de las empresas argentinas de SSI de introducir innovaciones está fuertemente relacionada con el nivel de educación formal de sus planteles.

3. Fuentes de información utilizadas

La información proviene de una encuesta realizada a 257 empresas de SSI en Buenos Aires (fundamentalmente de Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CABA), Córdoba y provincia de Santa Fe durante el primer semestre de 2011, realizada por investigadores de la Universidad Nacional de General Sarmiento y de la Universidad Nacional de Córdoba, con financiamiento de la Fundación Carolina. La selección de estas tres regiones está justificada en la elevada concentración de la actividad de *software* en dichos distritos. Según información del Ministerio de Trabajo de la Nación, en 2010 había en el país alrededor de 1600 empresas productoras de *software* con cinco o más empleados, que ocupaban alrededor de 57.000 trabajadores. El 89% de las firmas y el 93% del empleo del sector, se concentraban en las regiones seleccionadas; siendo en CABA y en el Gran Buenos Aires donde se encontraban radicadas el 77% de las empresas y el 84% del empleo, mientras que Córdoba y Santa Fe en conjunto daban cuenta del 12% de las firmas y el 9% del empleo (Barleta y otros, 2012b: 6).

151

En la encuesta se relevó información sobre aspectos relacionados con características estructurales de las empresas, sus vinculaciones con otros agentes productivos, las actividades de innovación emprendidas y los resultados logrados, la gestión y capacitación de los recursos humanos, el régimen de apropiación y los impactos de las políticas públicas.

4. Descripción del comportamiento de las empresas de la muestra en relación a las variables claves del análisis

En esta sección se efectúa una breve descripción del comportamiento de las empresas de la muestra en aquellos aspectos o variables consideradas claves en el análisis. Para ello, en primer lugar, se detalla el desempeño innovador reciente de las empresas de la muestra, utilizando dos indicadores alternativos de "producto innovador": Importancia de las innovaciones y Participación de las innovaciones en las ventas. A continuación se presenta una estimación de la magnitud de las

Competencias Tecnológicas acumuladas por las empresas de *software*, indicando ciertas características de las mismas. Luego, se describe la importancia y los tipos de esfuerzos que las empresas realizaron en los tres años anteriores a la encuesta a fin de facilitar la introducción de innovaciones, para seguidamente completar el tratamiento del tema con una breve caracterización del nivel de vinculaciones no estrictamente comerciales que las empresas han establecido con otros agentes.

4.1. Indicadores de Desempeño Innovador

Se buscó limitar la ya mencionada insuficiencia de los indicadores tradicionales de innovación para medir la intensidad de este fenómeno en las actividades de SSI a través del uso de dos indicadores alternativos. El de Participación de las innovaciones en las ventas y el de Importancia de las innovaciones.

4.1.1. Participación de las Innovaciones en las Ventas

De acuerdo a este indicador, construido sobre la base de la participación que tuvieron los productos y servicios nuevos o significativamente mejorados introducidos al mercado entre el 2008 y el 2010 en las ventas del año 2010, el 58,9% de las empresas de la muestra exhibe un Alto comportamiento innovador, el 18,2% un comportamiento Medio, y el 23% habría tenido un Bajo desempeño innovador.¹

Tabla 1. Participación de las innovaciones en las ventas

Baja	Media	Alta	Total
23	18,2	58,9	100

152

Alternativamente, se construyó otro indicador que mide participación de las innovaciones en las ventas que solo considera a los productos o servicios nuevos, excluyendo a los significativamente mejorados. Como es lógico esperar, así medido, el desempeño innovador de las empresas de la muestra es sustancialmente menor. El grupo de Alto desempeño se reduce al 26% y el de Bajo desempeño trepa al 56,3%. Estos datos estarían mostrando que priman las mejoras significativas sobre la introducción de nuevos productos y servicios.

4.1.2. Importancia de las innovaciones

Según este indicador, construido sobre la base de opiniones empresariales, las empresas de la muestra se reparten en porcentajes bastante similares entre las

1. Cada una de las empresas de la muestra asume una modalidad de acuerdo a la siguiente escala: Baja Participación si los productos y servicios nuevos o mejorados representaron entre 0% y 39% de las ventas totales; Media Participación si dicho porcentaje osciló entre el 40% y 79% de las ventas totales y Alta Participación si los productos y servicios nuevos o mejorados representaron entre 80% y 100% de las ventas totales.

modalidades de Alta, Media y Baja importancia de las innovaciones introducidas.² Un tercio muestra un desempeño calificado como de Alta importancia, al 28,9% le corresponde la modalidad de importancia Media y el 37,5% restante muestra una Baja importancia de las innovaciones introducidas

Tabla 2. Importancia de las innovaciones

Baja	Media	Alta	Total
37,5	28,9	33,6	100

Al igual que con el indicador anterior, también en esta oportunidad se definieron y construyeron indicadores adicionales referidos a aspectos parciales. Uno de ellos es el indicador de Importancia de las de innovaciones en productos y procesos, y el segundo el de Importancia de las innovaciones organizacionales y en comercialización.³

Un dato que es conveniente destacar es que la correlación entre los dos principales indicadores de desempeño innovador utilizados, el de Participación de las innovaciones en las ventas y el de Importancia de las innovaciones, aunque es positiva, es relativamente baja, igual a 0,33. Si bien el 41% de las empresas es calificado con la misma modalidad innovadora independientemente del indicador con que se las mida, en otro 23% de los casos, la calificación innovadora de la empresa pasa de Alta a Baja, o viceversa, según el indicador que se utilice.

153

4.2. Indicador de Competencias Tecnológicas

Este indicador se construyó en base a tres subindicadores: los de Educación Formal, Calidad y de Equipos de I+D.⁴ Los datos de la **Tabla 3** muestran que predominan en la muestra las empresas con un nivel de competencias tecnológicas Medias (40,2%) y Bajas (32%).

2. Este indicador se construyó teniendo en cuenta tanto el tipo de innovación introducida durante el periodo 2008-2010, como el grado de alcance de la misma. Respecto del tipo de innovación introducida se tuvieron en cuenta seis alternativas: i) nuevos productos, ii) nuevos servicios, iii) productos con mejoras significativas, iv) procesos nuevos o con mejoras significativas, v) nuevos canales de comercialización y vi) cambios organizacionales. Para cuantificar el alcance de las innovaciones se tuvo en cuenta si el grado de novedad fue a nivel mundial, nacional o de empresa y se le asignó a cada una de estas modalidades un valor. Posteriormente se sumaron para cada empresa los valores correspondientes a cada tipo de innovación. Cuando el valor final obtenido fue entre 0 y 6 puntos a la empresa le correspondió la modalidad de Baja Importancia de las innovaciones, entre 7 y 12 puntos Media Importancia, y entre 13 y 32 puntos Alta Importancia de las innovaciones.

3. La metodología de construcción de estos indicadores es similar a la indicada para Importancia de las innovaciones. La diferencia estriba solamente en los tipos de innovaciones incluidas en cada uno de ellos.

4. Para la construcción del indicador de Competencias Tecnológicas se sumaron para cada empresa los valores correspondientes de cada uno de los tres sub-indicadores. Es de destacar que la modalidad Baja de cualquier sub-indicador asume el valor de 1, la modalidad Media asume el valor de 2 y la Alta de 3. La suma da entre 3 y 9. El Indicador de competencias asume tres modalidades ordinales posibles: Modalidad Baja cuando el valor obtenido es 3 o 4, modalidad Media cuando el resultado es 5 ó 6 y modalidad Alta cuando se obtiene un valor entre 7 y 9.

Tabla 3. Competencias tecnológicas

Baja	Media	Alta	Total
32	40,2	27,7	100

A continuación se especifica la metodología de construcción de los subindicadores y el comportamiento observado de las empresas de la muestra en relación a los mismos.

4.2.1. Educación Formal

Este indicador se construyó para medir el nivel educativo promedio de los ocupados en las firmas encuestadas.⁵ Tal como se observa en la **Tabla 4** casi el 75% de las empresas de la muestra declaró tener un plantel de empleados con un nivel educativo entre Medio y Alto.

Tabla 4. Nivel de educación formal alcanzado

Bajo	Medio	Alto	Total
25,2	43,6	31,2	100

154

Es de destacar que la clasificación en cada modalidad tiene en cuenta que se trata de un sector que puede ser considerado como intensivo en conocimiento. Es por ello, que un nivel de educación formal Medio en este sector, podría ser considerado como Alto en muchos otros sectores productivos.

4.2.2. Equipos de I+D

El indicador de Equipos de I+D refleja tanto la existencia (o no) de un grupo dedicado a estas actividades, así como el tamaño del grupo y el grado de formalidad del mismo.⁶ Al analizar el comportamiento de las empresas de la muestra se advierte que

5. Para el cálculo de este indicador se partió de los porcentajes, respecto de la ocupación total, de trabajadores con cada nivel de educación formal (posgrado, universitario completo, universitario incompleto, terciario completo, secundario completo y primario completo). Al mismo tiempo se le asignó a cada nivel educativo un peso o ponderación diferencial, de modo de reflejar por ejemplo que la formación universitaria y de posgrado implica un nivel de educación formal mayor a la primaria y secundaria. Luego se multiplicaron los porcentajes de trabajadores según nivel de educación formal por el factor de ponderación y se obtuvo un determinado valor para cada empresa. Finalmente, esos resultados se utilizaron para la construcción del indicador de Educación Formal que asume tres modalidades ordinales posibles: Baja si la empresa obtiene un valor que oscila entre 5 y 18%; Media si a la empresa le corresponde un valor entre 19 y 22% y Alta si el valor obtenido está entre 23 y 47%.

6. El Indicador puede asumir tres categorías ordinales: Alto si la empresa posee un equipo formal de I+D, si el mismo está integrado al menos por 3 personas y además representa al menos el 10% de los empleados, o sin alcanzar ese porcentaje, es de al menos de 8 personas; Media si la empresa posee equipo de I+D informal y además está integrado al menos por 3 personas y las mismas representan al menos el 10% de los empleados, o sin alcanzar ese porcentaje, es de al menos 8 personas; o resto de los casos con equipo formal; Baja si la empresa no posee equipo de I+D o resto de los casos con equipo informal.

este indicador asume valores medios-altos para poco más de la mitad de las mismas (56%), y bajos para el 44% restante.

Tabla 5. Equipos de I+D

Baja	Media	Alta	Total
43,8	39,4	16,7	100

4.2.3. Calidad

El indicador de Calidad refleja por un lado, los esfuerzos realizados por las empresas en actividades de gestión de calidad y por otro, la obtención de certificaciones de calidad.⁷

La **Tabla 6** muestra los resultados obtenidos para las firmas de la muestra. El 38% exhibe un indicador de calidad Bajo, al 36% de las firmas encuestadas le corresponde la modalidad Media y al restante 26% la modalidad Alta.

Tabla 6. Calidad

Baja	Media	Alta	Total
38,1	35,9	26	100

155

4.3. Indicador de Proceso de Trabajo

Este indicador fue construido teniendo en cuenta la frecuencia en el uso de Metodologías Ágiles.⁸ Esta forma de organización del proceso de trabajo favorece la

7. Respecto de la gestión de la calidad, las empresas fueron consultadas acerca de si realizaban las siguientes actividades: ¿Existe trazabilidad?, ¿Existen equipos para solucionar problemas o lograr mejoras en el proceso?, ¿Existen comunicaciones periódicas con los clientes para modificar producto/servicio?, ¿Se realiza gestión de riesgos en el diseño de los proyectos?, ¿Se realizan auditorías internas?, ¿Dispone de personal dedicado a la gestión de calidad?, ¿Dispone de un área dedicada a la gestión de calidad?, ¿La empresa realiza algún tipo de Testing sobre sus Productos?, ¿Dispone de una documentación del Testing?, ¿Sigue una metodología predeterminada para el Testing? También se indagó sobre el tipo de certificaciones de calidad obtenidas. Con esa información se construyó el Indicador de Calidad. La variable asume el valor de Alta calidad si las empresas certificaron la norma CMM nivel 3 o superior; o si certificaron CMM nivel 2 o ISO y además realizaron 9 ó 10 de las actividades de gestión de calidad arriba mencionadas. Asume el valor de Media calidad si certificaron normas CMM o ISO (excepto ALTA); o certificaron otras normas y realizaron 6 o más actividades de gestión de calidad. Finalmente, asume la modalidad de Baja calidad si las empresas no certificaron ninguna norma y realizaron 6 o menos de las actividades de gestión de la calidad arriba enunciadas, o si obtuvieron certificaciones distintas de CMM o ISO y además realizaron 5 o menos actividades de gestión de calidad.

8. El indicador asume las modalidades Neutro, Incentivos Medios y Altos Incentivos, según la frecuencia con la que aplica las metodologías ágiles en las actividades de desarrollo de nuevos productos, servicios o procesos.

colaboración y la circulación de información con los clientes, y al interior y entre distintos grupos de trabajo, por lo que incentiva la concepción e introducción de innovaciones.

Tal como se advierte en la **Tabla 7**, en el 38% de las firmas el proceso de trabajo puede ser considerado como generador de Altos incentivos a la innovación, mientras que en otro 44% genera incentivos medios, lo que significa que en el 82% de las empresas de la muestra las modalidades prevalecientes de proceso de trabajo tienden a incentivar en mayor o menor medida la introducción de innovaciones. Solo para el 18% de las empresas el proceso de trabajo puede ser considerado neutro en relación al desempeño innovador.

Tabla 7. Proceso de Trabajo

Neutro	Incentivos Medios	Altos Incentivos
13	32	28

Nota: La suma no da 100% pues algunas empresas no brindaron la información

4.4. Indicador de Esfuerzos de Innovación

Los esfuerzos que las empresas realizaron entre los años 2008 y 2010 con el objetivo de adquirir, generar y acumular conocimiento productivo que les permitiera introducir mejoras e innovaciones, fueron medidos cuantitativamente a través del Indicador de Esfuerzos de Innovación.⁹

Este indicador asume el valor de Alto para el 27% de las firmas encuestadas, mientras que sólo el 16% de las empresas realizó esfuerzos entre Bajos y nulos. La gran mayoría de las empresas realizó esfuerzos Medios o Medio-altos de Innovación, es decir, casi el 60% de las empresas de la muestra realizaron entre 4 y 7 actividades.

9. Este indicador se calculó a través de la cantidad de áreas o actividades en que la empresa realizó gastos orientados a la innovación entre el 2008 y el 2010. El formulario de la encuesta distinguía 11 actividades, a saber: gastos en licencias relacionadas con productos y/o procesos nuevos o mejorados, adquisición de software genérico o específico, desarrollo de software, implementación de programas de mejora continua, ingeniería reversa y adaptación, diseño de nuevos productos o procesos, I+D interna y externa, consultorías y capacitación. El indicador puede asumir cuatro categorías ordinales. La modalidad de Bajos esfuerzos corresponde cuando la empresa realizó 3 o menos de esas actividades; la de esfuerzos Medios cuando realizó 4 ó 5 actividades, esfuerzos Medios-altos si la empresa realizó 6 o 7 actividades y Altos esfuerzos cuando la empresa realizó 8 o más actividades.

Tabla 8. Esfuerzos de Innovación

Bajos	Medios	Medio-Altos	Altos
16	26,8	30	27,2

4.5. Indicador de Intensidad de las Vinculaciones

El indicador de Intensidad de las Vinculaciones se construyó a partir de la suma de la cantidad total de agentes con los que se vinculó la empresa para los objetivos de Gestión de Calidad, Asistencia Técnica, Acciones comerciales conjuntas e I+D.¹⁰ La **Tabla 9** muestra que al 67% de las empresas le corresponde la modalidad de Menor intensidad, al 25% la Media y al 8% restante la modalidad de Mayor intensidad.

Tabla 9. Intensidad de las Vinculaciones

Baja	Media	Alta	Total
67,3	24,9	7,8	100

157

Además, se construyeron cuatro indicadores adicionales de vinculación únicamente en función de los objetivos por los cuales se realizó cada vinculación. De esa manera se construyó un indicador por cada objetivo de vinculación posible: Vinculación para Gestión de calidad, para Asistencia técnica, para Acciones comerciales conjuntas y para Actividades de I+D conjuntas. Los resultados se pueden apreciar en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Objetivos de las Vinculaciones

	Vinculación para Gestión de Calidad	Vinculación para Asistencia técnica	Vinculación para Acciones comerciales conjuntas	Vinculación para Actividades de I+D conjuntas
SI	52	46,9	47,1	33,5
NO	48	53,1	52,9	66,5
Total	100	100	100	100

10. El indicador asume la modalidad de Baja intensidad de las vinculaciones si la empresa no se vinculó o se vinculó con 1 a 3 agentes; la modalidad de Media intensidad si la empresa se vinculó con 4 a 7 agentes, y Alta intensidad si se vinculó con entre 8 y 17 agentes.

5. Principales resultados del análisis estadístico

Con el objetivo de avanzar en la validación de las hipótesis del trabajo se utilizó el método de análisis factorial de correspondencias múltiples (AFCM). Este método si bien no es apto para identificar causalidades, permite corroborar la existencia de vinculación o relación entre variables. Entre las características del método es de destacar que permite considerar variables múltiples cualitativas asociadas al fenómeno en estudio de manera conjunta, reducir dimensiones entre las modalidades de las distintas variables, calcular distancias entre individuos (empresas), para luego -a través del análisis de *cluster*- formar grupos de empresas que presentan respecto de las modalidades de las variables definidas como activas (que son las variables que se utilizan para conformar los grupos) alta homogeneidad intragrupo y elevada heterogeneidad extragrupo.

Armados los grupos, es posible analizar las características particulares de cada uno de ellos, a través del estudio de las variables ilustrativas (o sea, las variables que no han sido definidas como activas). En total se definieron 89 variables ilustrativas, que además de medir competencias tecnológicas, características del proceso de trabajo, esfuerzos de innovación e intensidad de las vinculaciones, están referidas a aspectos estructurales de las empresas, medidas de desempeño económico, perfil productivo de las empresas, principales obstáculos a la innovación, etc. El AFCM indica, a distinto nivel de significación estadística, qué modalidades de las distintas variables consideradas están sobre o sub-representadas respecto a los valores muestrales. Es decir, señala los casos en los que la proporción que toman las distintas modalidades de los indicadores alcanza niveles significativamente diferentes a la proporción que adquieren en la muestra. Así, una modalidad sobre-representada en un grupo toma una importancia en él estadísticamente superior que la que tiene en la muestra, y una modalidad sub-representada toma una importancia estadísticamente inferior en el grupo, respecto a la muestra.¹¹

158

Se tomaron como variables activas los dos indicadores previamente definidos de resultado innovador, es decir el Indicador de importancia de las innovaciones y el de Participación de las innovaciones en las ventas. El análisis de *cluster* permitió formar cinco grupos de empresas, cada uno de ellos relativamente homogéneos en su interior respecto de las distintas modalidades que asumen las variables activas.

Las principales características de los cinco grupos se resumen en la **Tabla 11**.

11. En concreto, se trata de un test de diferencia de proporciones.

Tabla 11. Tipología de empresas según resultado innovador

	Indicadores de Resultado Innovador	Competencias Tecnológicas	Proceso de Trabajo	Esfuerzos de Innovación Vinculaciones	Intensidad de las
Grupo 1 (20,6 %)	Altos	Altas	Altos incentivos	Altos	Altas
Grupo 2 (14,8 %)	Alto / Medio	Similar a la muestra	Similar a la muestra	Similar a la muestra	Medias / Bajas
Grupo 3 (14,8 %)	Medios	Similar a la muestra	Similar a la muestra	Similar a la muestra	Similar a la muestra
Grupo 4 (18,7 %)	Similar a la muestra / Bajo	Similar a la muestra	Neutro	Similar a la muestra	Similar a la muestra
Grupo 5	Bajo /	Bajas	Incentivos	Bajos	Bajas

Nota: Las cifras que aparecen en la columna 1 corresponden al porcentaje de empresas de la muestra que pertenecen al grupo en cuestión

La información de la **Tabla 11** brinda alguna evidencia a favor de la primera hipótesis. En el Grupo 1, que está compuesto por empresas altamente innovadoras cualquiera sea el indicador de Resultado Innovador que se tome, están sobre-representadas las empresas que han establecido más Vinculaciones no comerciales, que han acumulado mayores Competencias tecnológicas, tienen un Proceso de trabajo más incentivador de las innovaciones y que han efectuado mayores Esfuerzos de innovación. A su vez, el Grupo 5, el de peor desempeño innovador está, en promedio, compuesto por las empresas con menos Vinculaciones, menores Competencias y que han realizado menos Esfuerzos de innovación. Entre estos dos grupos extremos en materia de Resultado Innovador, hay tres grupos intermedios que se podrían calificar como medianamente innovadores (aunque la intensidad innovadora es diferente en cada uno de ellos), para los cuales las variables de Competencias tecnológicas, Proceso de trabajo, magnitud de Esfuerzos de innovación e Intensidad de sus vinculaciones no comerciales también tienden a adoptar, con muy pocas excepciones, valores “intermedios” o estadísticamente similares a los de la muestra.

159

La **Tabla 12** desagrega la información correspondiente al Grupo 1.¹² En este grupo, que incluye al 20,6 % de las empresas de la muestra, los dos indicadores de Resultado Innovador son altos para el 100% de las empresas. También aparecen sobre-representadas las modalidades Altas de Importancia de las Innovaciones de Productos y de Procesos, de Importancia de las Innovaciones Organizacionales y de Comercialización y de Participación de los productos nuevos en las ventas.

12. Si bien al indicador de Esfuerzos se lo dividió inicialmente en 4 categorías, a los fines de la presentación de este cuadro y los siguientes se agruparon las modalidades de Esfuerzos Medio-Altos y Medios en una única categoría (Esfuerzos Medios). Además, tanto en este cuadro como en los subsiguientes, se excluyeron los indicadores que no presentan resultados estadísticamente significativos.

Tabla 12. Características de las empresas del Grupo 1

INDICADOR	ALTAS	MEDIAS	BAJAS
Importancia de las innovaciones	100***	0§§§	0§§§
Participación de las innovaciones en Ventas	100***	0§§§	0§§§
Import. de Innov. en Productos y Procesos	93***	7§§§	0§§§
Import de Innov Organizacionales y de Comercialización	32***	26	42§§§
Participación de productos nuevos en ventas	42***	25**	34§§
Competencias Tecnológicas	47***	32	21§§
Indicador de Educación Formal	38	40	23
Proceso de Trabajo	45 ***	15	6§§
Esfuerzos de Innovación	51***	45	4§§
Intensidad de las Vinculaciones	15**	30	55§§

160

Notas : Las cifras del cuadro indican el porcentaje de empresas del grupo para las cuales el indicador asume una determinada modalidad.

*** Sobre representada al nivel de significación del 1%

** Sobre representada al nivel de significación del 5%

§§§ Sub representada al nivel de significación del 1%

La modalidad de Altas competencias tecnológicas está sobre-representada y la de Bajas competencias está sub-representada respecto a los valores muestrales. El 47% de las empresas de este grupo tiene Altas competencias, mientras que el 21% tiene Bajas competencias. De los tres sub-indicadores que miden competencias sólo el de Equipos de I+D aparece sobre-representadas en su modalidad Alta. En cambio, el nivel de Educación Formal de las empresas de este grupo no se diferencia significativamente del que exhibe la muestra en general. De acuerdo a la segunda hipótesis, que la innovación a nivel de empresa en el sector de SSI está esencialmente ligada al nivel de educación formal de los recursos humanos, era de esperar que en este grupo, el más innovador, apareciera sobre-representada la modalidad de Altos niveles de Educación Formal.

También aparecen sobre-representadas las modalidades de proceso de trabajo Altamente incentivador de la innovación (45% de las empresas del grupo), Altos esfuerzos de innovación y Mayores Vinculaciones no comerciales y sub-

representadas las modalidades Bajas de esos tres indicadores. Es de destacar que en este grupo están sobre-representadas la existencia de Vinculaciones por I+D, Acciones Comerciales Conjuntas y Asistencia Técnica. Las Vinculaciones por calidad son las únicas que no están sobre-representadas.

En cuanto al tipo de producto que hacen, el 56,6 % de las empresas del grupo se dedican, aunque no necesariamente como actividad principal, al Desarrollo de aplicaciones (sobre-representada al 5%), mientras que aparece sub-representado en este grupo el Desarrollo de partes de *software*. También aparecen sub-representadas al 1% las empresas que tienen como actividad principal la Venta de servicios y *Outsourcing*.¹³

En lo que respecta a los indicadores de desempeño, en este grupo aparecen sobre-representados al 1%, las empresas que exportan más del 70% de su producción (el 30,2% del grupo), y al 5% las que aumentaron el empleo en más del 100% (20,8%), y las que tienen Alta productividad de sus equipos de I+D. Y están sub-representadas las que no variaron su empleo o lo hicieron aumentándolo entre el 1 y el 49%. Finalmente, ningún tamaño de empresa, sea medido en facturación o en ocupación, aparece sobre-representado ni sub-representado en este grupo.

El Grupo 2 incluye el 14,8% de las empresas de la muestra. En este caso, el análisis de *cluster* agrupó a las empresas que cumplen las dos siguientes características: tener una modalidad Media en el indicador de Importancia de las innovaciones y la modalidad Alta en el indicador de Participación de las innovaciones en las ventas. Respecto de los restantes indicadores de innovación definidos sólo se destaca la sobre-representación de la modalidad Alta del indicador Participación de nuevos productos en las ventas y la sub-representación de la modalidad Baja del indicador de Importancia de las innovaciones de productos y de procesos, ambas significativas al 1%.

161

13. Se incluyen en esta categoría el Desarrollo de partes de software, los Servicios de consultoría y capacitación sobre productos de terceros y en proceso de desarrollo de software, la Colocación de programadores/consultores en otras empresas, Factory y Data entry.

Tabla 13. Características de las empresas del Grupo 2

INDICADOR	ALTAS	MEDIAS	BAJAS
Importancia de las Innovaciones	0§§§	100***	0§§§
Participación de las innovaciones en ventas	100***	0§	0§§§
Import. de las Innov. en Productos y Procesos	58	34	8§§§
Participación de Productos Nuevos en ventas	45***	21	34
Competencias Tecnológicas	21	47	32
Indicador de Educación Formal	32	32	37**
Proceso de Trabajo	26	24	13
Esfuerzos de Innovación	26	61	13
Intensidad de las Vinculaciones	0§§	29	71

Nota :

*** Sobre representada al nivel de significación del 1%

** Sobre representada al nivel de significación del 5%

§§§ Sub representada al nivel de significación del 1%

§§ Sub representada nivel de significación del 5%

162

El valor de los indicadores de competencias tecnológicas, proceso de trabajo y de esfuerzos de innovación de las empresas del grupo no difiere significativamente del que exhibe la muestra. El indicador de Educación formal aparece sobre-representado en su modalidad Baja, lo que tiende a no ser consistente con la segunda hipótesis, ya que este grupo es el segundo más innovador. Tampoco coincide con los resultados esperados el hecho que la modalidad de Mayor intensidad de las vinculaciones aparezca sub-representada. La hipótesis que guía este trabajo asocia más innovación con mayores vinculaciones. Por otro lado, es de destacar que en este grupo están sobre-representadas las empresas pequeñas por cantidad de ocupados (el 42% de las empresas del grupo) y las que tienen un nivel Alto de productividad en los equipos de I+D.¹⁴

El Grupo 3, que también está constituido por el 14.8% de la muestra, agrupa a las empresas cuyo indicador de Participación de las innovaciones en las ventas asume

14. Se consideraron Pequeñas a las empresas de hasta 9 ocupados, Medianas a las de 10 a 39 ocupados y Grandes a las de 40 y más.

la modalidad Media.¹⁵ Además, para el 42% de las firmas del grupo el indicador de Importancia de las innovaciones asume la modalidad Media, porcentaje que es significativamente superior (al 5%) al que le corresponde a dicha modalidad en la muestra. Otra modalidad que aparece sobre-representada es la correspondiente a una Alta participación de productos nuevos en las ventas. Por su parte, el indicador de importancia de las innovaciones en productos y procesos aparece sub-representado en su modalidad Baja al 1%.

Tabla 14. Características de las empresas del Grupo 3

INDICADOR	ALTAS	MEDIAS	BAJAS
Importancia de las Innovaciones	32	42**	26
Participación de las innovaciones en Ventas	0 ^{§§§}	100 ^{***}	0 ^{§§§}
Import. de las innov. en productos y procesos	61	29	11 ^{§§}
Participación de productos nuevos en ventas	0 ^{§§§}	32 ^{***}	66 ^{***}
Competencias Tecnológicas	26	50	24
Indicador de Educación Formal	32	47	18
Proceso de Trabajo	24	40	21
Esfuerzos de Innovación	29	55	16
Intensidad de las Vinculaciones	11	26	63

Nota :

*** Sobre representada al nivel de significación del 1%

** Sobre representada al nivel de significación del 5%

§§§ Sub representada al nivel de significación del 1%

§§ Sub representada nivel de significación del 5%

En este grupo los valores de los indicadores de Vinculaciones con otros agentes, de Competencias tecnológicas y de Esfuerzos de innovación no se diferencian significativamente de los de la muestra. Esto es cierto también para los sub-indicadores de Calidad, Educación formal y Equipos de I+D. Están sobre-

15. Todas las empresas del grupo tienen la modalidad media en el indicador de Participación de las innovaciones en las ventas. A la vez, todas las empresas de la muestra con modalidad Media en dicho indicador pertenecen a este grupo.

representadas al nivel del 5% las empresas Medianas por facturación. El 52% de las empresas del grupo tuvieron ventas entre 1 y 10 millones de pesos en el 2010. En lo que respecta al tipo de producción que caracteriza a este grupo es de destacar que están sub-representadas aquellas empresas que tienen como actividad principal la producción de *software* enlatado. En cambio, aparecen sobre-representadas las que realizan, sea como actividad principal o no, partes de *software*, así como las que ofrecen servicios de consultoría y capacitación sobre productos de terceros.

El Grupo 4 incluye al 18,7% de las empresas de la muestra y agrupa a todas las empresas con modalidad Baja en el indicador de Participación de las innovaciones en las ventas. En cambio, si el producto innovador del grupo se mide por el indicador de Importancia de las innovaciones el comportamiento de las empresas del grupo es muy variado, repartiéndose en proporciones idénticas entre las tres modalidades posibles. En consecuencia, el valor y la dispersión que asume este indicador entre las empresas del grupo no se diferencia significativamente de los valores muestrales.

Tabla 15. Características de las empresas del Grupo 4

INDICADOR	ALTAS	MEDIAS	BAJAS
Importancia de las Innovaciones	33	33	33
Participación de las innovaciones en ventas	0 ^{§§§}	0 ^{§§§}	100 ^{***}
Import. de las Innov. Organizacionales y de Comercialización	8	33 ^{**}	58
Participación de Productos Nuevos en ventas	0 ^{§§§}	0 ^{§§§}	100 ^{***}
Competencias Tecnológicas	23	46	31
Indicador de Educación Formal	21	54 ^{**}	21
Proceso de Trabajo	23	33	27 ^{***}
Esfuerzos de Innovación	25	67	8
Intensidad de las Vinculaciones	10	23	67

Nota :

*** Sobre representada al nivel de significación del 1%

** Sobre representada al nivel de significación del 5%

§§§ Sub representada al nivel de significación del 1%

§§ Sub representada nivel de significación del 5%

A pesar de ser este grupo menos innovador que los dos anteriores, comparte con ellos el hecho de que los valores de los indicadores de Intensidad de las vinculaciones, Competencias tecnológicas y Esfuerzos de innovación tampoco

difieren de los de la muestra. En cambio este grupo se diferencia de los anteriores en una mayor presencia de empresas que emplean un Proceso de trabajo poco incentivador de la introducción de innovaciones, lo que está de acuerdo con el planteamiento teórico efectuado. La modalidad de Proceso de trabajo Baja aparece sobre-representada al 1%.

A su vez, están sobre-representadas las empresas Medianas según facturación y las que brindaron capacitación a su personal. En cuanto al tipo de actividades predominante, aparecen sobre-representadas al 1% las que hacen *software* a medida, independientemente de que se trate o no de su actividad principal. El 73% de las empresas del grupo hace *software* a medida. Finalmente, en relación a las variables que miden el desempeño de las empresas, el comportamiento del grupo muestra algunos aspectos esperables y otros bastante sorprendidos. Está sub-representada al 1% la modalidad de alta intensidad de las exportaciones y al 5% la de alto crecimiento de la ocupación. Y está sobre-representado al 1 % la modalidad Baja de Productividad de los Equipos de I+D. Estos resultados son esperables en un grupo poco innovador. El dato que sorprende es la sobre-representación al 5% de la modalidad Alta del indicador de Productividad, medido como facturación por empleado.

El Grupo 5, que incluye al 31,1 % de la muestra, está integrado por las empresas que no brindaron el dato de Participación de las innovaciones en las ventas. En general se trata de empresas no innovadoras que por ese motivo no completaron esa parte del cuestionario. Por lo tanto no llama la atención que al 87,5 % de empresas del grupo le corresponda la modalidad Baja del indicador de Importancia de las innovaciones. Como era de esperar, también están sobre-representadas al 1% las modalidades Bajas de los indicadores de Importancia de las innovaciones de productos y procesos (66,3% de las empresas), y de Importancia de las innovaciones organizacionales y de comercialización (83,8%).

165

En este grupo, el de peor desempeño innovador, están sobre-representadas al 1% las modalidades Baja de los indicadores de Competencias tecnológicas, Esfuerzos de innovación e Intensidad de las vinculaciones. Por su parte, el indicador de Proceso de Trabajo aparece sobre-representado en su modalidad Media y sub-representado en su modalidad Neutra. Esta combinación de sobre y sub-representación en el caso de una variable para la cual la mayoría de las empresas de la muestra exhiben un comportamiento Medio o Alto, impide afirmar categóricamente si las empresas del grupo tienen una organización del proceso de trabajo que incentive más o menos la innovación que en el conjunto de la muestra.

En referencia a los tres sub-indicadores usados para construir la variable de Competencias tecnológicas, únicamente aparece sobre-representada al 5% la modalidad Baja del Indicador de Equipos de I+D (52,5 % del grupo). Respecto de las otras dos variables, Calidad y Educación Formal, el comportamiento del grupo no se diferencia significativamente del de la muestra. Además en este grupo, la proporción de firmas que declaró no haber realizado tareas de capacitación en el período 2008-2010 superó significativamente al promedio de la muestra. También es muy importante el porcentaje de empresas de este grupo que no se vinculó con otros

agentes ni por el objetivo de entablar acciones comerciales conjuntas (el 62,5%) ni por el de calidad (el 46,3%). La modalidad de No vinculación en ambas variables es significativa al 5%.

En cuanto al tipo de actividad que realizan, aparecen sobre-representadas las firmas que no ofrecen Servicios de actualización y puesta a punto de *software* propio (76,3%), Desarrollo de *software* enlatado (85%), y Desarrollo de *software* a medida (56,3%). Mientras que están sobre-representadas las empresas del grupo que declararon tener como actividad principal la Venta de Servicios y Outsourcing (37,5%).

Si bien al igual que en el caso del grupo anterior, los valores de algunos indicadores de desempeño económico están por debajo de los de la muestra, en otros casos no aparece clara la existencia de una asociación directa entre peor desempeño innovador y peor desempeño económico. Así, si bien en este grupo aparecen sub-representados el Aumento en el Nivel de empleo y las modalidades Media y Alta del indicador de Productividad de los equipos de I+D, en cambio para los indicadores de Intensidad de exportaciones y del Indicador de Productividad aparece sub-representada sólo la modalidad Media (y no la Alta).

Tabla 16. Características de las empresas del Grupo 5

INDICADOR	ALTAS	MEDIAS	BAJAS
Importancia de las Innovaciones	6	5§§§	88***
Participación de las innovaciones en ventas	40	0§§§	0§§§
Import. de las Innov en Productos y Procesos	11§§§	21	66***
Import. de las Innov. Organizacionales y de Comercialización	3	13§§	84***
Participación de Productos Nuevos en ventas	19	5 §§§	16§§§
Competencias Tecnológicas (1)	21,3	33,8	44***
Indicador de Educación Formal	30	40	25
Proceso de Trabajo	23	44***	6§§
Esfuerzos de Innovación	12,5	57,5	30***
Intensidad de las Vinculaciones	4	20	76**

Nota :

*** Sobre representada al nivel de significación del 1%

** Sobre representada al nivel de significación del 5%

§§§ Sub representada al nivel de significación del 1%

§§ Sub representada nivel de significación del 5%

En referencia a los indicadores estructurales, por facturación están sub-representadas las empresas medianas y están sobre-representadas las empresas de Buenos Aires y sub-representadas las de Córdoba. Por último, vale la pena señalar que las empresas de este grupo tienden a darle menos importancia a la alta rotación de RRHH calificados, a la falta de tiempo de la Gerencia, y a la incertidumbre acerca de la evolución de la demanda como obstáculo a la innovación que el promedio de sus pares.

Conclusiones

El análisis efectuado permite mostrar la existencia de asociación directa entre las variables de desempeño innovador, medido a través de los indicadores de Importancia de las innovaciones y Participación de las innovaciones en las ventas, con la magnitud de los Esfuerzos de innovación encarados por las firmas, con las Vinculaciones establecidas con otros agentes del sistema, con su nivel de Competencias Tecnológicas acumuladas y con ciertas características del Proceso de Trabajo.

De los cinco grupos conformados a través del análisis de *cluster*, en los dos más extremos, el más innovador y el menos innovador, que incluyen a poco más de la mitad de las empresas de la muestra, la asociación es muy clara. En el grupo compuesto por las empresas más innovadoras están sobre-representadas respecto a los valores de la muestra las empresas que han acumulado más Competencias Tecnológicas, han realizado mayores esfuerzos, se vinculan con más agentes y aplican formas de Proceso de trabajo incentivadoras de la innovación. En el grupo menos innovador, en contraposición, están sobre-representadas las empresas que tienen las características opuestas. Y en los tres grupos del medio, que comprenden al 48% de las empresas, los valores que asumen los indicadores de Competencias, Esfuerzos, Proceso de trabajo y Vinculaciones no son estadísticamente diferentes de los de la muestra, salvo en un par de casos. Vale la pena resaltar que los Grupos 2, 3 y 4 se diferencian entre sí básicamente por la modalidad que asume el indicador Participación de las innovaciones en las ventas, Alta, Media y Baja en cada caso, ya que el indicador de Importancia de las innovaciones tiene un comportamiento similar a la muestra (Grupos 2 y 4) o aparece sobre-representada su modalidad Media (Grupo 3)

167

La técnica estadística empleada, el AFCM, tiene fortalezas y limitaciones. Entre las primeras, muy importantes para los propósitos de este artículo, es que permite trabajar simultáneamente con un elevado número de variables, sean éstas cuantitativas o cualitativas, determinando la existencia o ausencia de asociación entre ellas. La principal limitación es que no sirve para demostrar existencia de causalidades. En otras palabras, se pueden afirmar en base a los resultados mostrados que hay una asociación directa estadísticamente significativa entre, por un lado, los indicadores de Importancia de las innovaciones y Participación de las innovaciones en las ventas y, por el otro, los de Competencias, Esfuerzos, Proceso de trabajo y Vinculaciones. Pero no se ha demostrado que sea el nivel alcanzado por estos 4 últimos indicadores lo que determine el valor de los dos primeros.

Si bien una demostración de ese tipo está fuera de los objetivos planteados en el artículo, en el Anexo "A" se presentan brevemente los resultados de un análisis de regresión logística ordenada. Este tipo de técnica es inadecuada para ser aplicada cuando, como en este caso, las variables explicativas no son independientes entre sí, y cuando también es muy posible que la variable a explicar afecte, a su vez, el valor de alguna de las variables explicativas. La mencionada inadecuación de este tipo de análisis econométrico justifica el hecho de presentar los resultados en un anexo, fuera del cuerpo del artículo, pero tomados con las precauciones que requiere el caso, pueden aportar elementos adicionales sobre una temática altamente compleja. Dichos resultados brindan apoyo a la hipótesis de que la introducción de innovaciones está afectada por el nivel de competencias tecnológicas, los esfuerzos realizados en materia de innovación y las características del proceso de trabajo. En cambio, la variable Vinculaciones aparece como no significativa.

Respecto de la segunda hipótesis planteada, que la capacidad de las empresas argentinas de *software* y servicios informáticos de introducir innovaciones está fuertemente relacionada con el nivel de educación formal de sus planteles de mano de obra, el análisis efectuado no encuentra evidencia que la respalde. El indicador de Educación Formal tendió a adoptar valores similares a los de la muestra tanto en los grupos donde se concentran las empresas más innovadoras como en los de las menos innovadoras. Este resultado va en contra de los resultados de abundantes estudios, tanto en Argentina cuanto en otros países, y abre la posibilidad de efectuar nuevos estudios que profundicen sobre la temática especialmente teniendo en cuenta que el indicador de Competencias Tecnológicas, construido a partir de la combinación de la variable de Educación formal con las de Calidad y Equipos de I+D, aparece fuertemente asociado con el desempeño innovador.

168

Es interesante destacar que los resultados obtenidos aportan sólida evidencia a favor de la existencia de una asociación positiva entre innovación y algunos indicadores de desempeño económico, en particular Intensidad exportadora, crecimiento del empleo y Productividad de los equipos de I+D (medida como facturación por ocupado en I+D). En cambio, para el restante indicador de desempeño económico utilizado, el de Productividad (medido como facturación por ocupado) la asociación encontrada oscila entre inexistente e inversa.

Por otro lado, no se puede establecer una clara asociación entre comportamiento innovador y tipo particular de especialización productiva de la empresa. En casi todos los grupos, hay empresas que se dedican a muy diferentes actividades propias del sector. De todas maneras, el análisis muestra que las empresas que tienen como actividad principal el Desarrollo de partes de *software*, Servicios de consultoría y capacitación sobre productos de terceros, Colocación de programadores/consultores en otras empresas, Factory y Data entry, tienden a formar parte de los grupos menos innovadores.

El tamaño de la empresa tampoco está claramente asociado con el desempeño innovador, aunque es posible hacer algunas consideraciones. Si bien en el grupo más innovador y en el menos innovador las empresas de mayor tamaño y las de menor tamaño no aparecen ni sub ni sobre-representadas, en el Grupo 2, que se diferencia

de Grupos 3 y 4 porque los productos y servicios nuevos o sustancialmente mejorados representan una proporción mayor de la facturación de las empresas, están sobre-representadas las empresas pequeñas. Y en los Grupos 3 y 4 están sobre-representadas las empresas medianas.

El origen del capital tampoco aparece relacionado con el desempeño innovador. Un dato a tener en cuenta es que en ninguno de los grupos aparece sub o sobre-representada la variable origen del capital, lo que estaría implicando que el desempeño de las empresas en materia de introducción de innovaciones es relativamente independiente del origen, nacional o extranjero, de su capital.

Bibliografía

AKMAN, G. y YILMAZ, C. (2008): "Innovative capability, innovation strategy and market orientation: an empirical analysis in turkish software industry", *International Journal of Innovation Management*, vol. 12, n° 1, pp. 69-111.

ANCHORDOGUY, M. (2000): "Japan's Software Industry: A Failure of Institutions?", *Research Policy*, vol. 29, n° 3, pp. 391-408.

ARORA, A., FOSFURI, A. y GAMBARDELLA, A. (2001): "Markets for Technology The Economics of Innovation and Corporate Strategy", Cambridge, MA, MIT Press.

169

BARLETTA, F.; PEREIRA, M.; ROBERT, V. y YOGUEL, G. (2012a): "Capacidades, vinculaciones, y performance económica. La dinámica reciente del sector de *software* y servicios informáticos argentino", 41 JAIIO – SSI, pp. 239-262.

BARLETTA, F.; PEREIRA, M.; ROBERT, V. y YOGUEL, G. (2012b): "Capacidades de absorción y conectividad en sistemas productivos y de innovación locales. El caso de la industria de Software y Servicios Informáticos", Informe final Proyecto Fundación Carolina, UNGS, mimeo.

BREZNITZ, D. (2007): *Innovation and the state: Political choice and strategies for growth in Israel, Taiwan an Ireland*, New Haven, CT, Yale University Press.

COHEN, W. M. y LEVINTHAL, D. A. (1990): "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation, pp. 128-152.

COOMBS, M. y MILES, I. (2000): "Innovation, measurement and services: the new problematique", en: Metcalfe, J.S. y Miles, I. (Eds.): *Innovation Systems in the Services Economy: Measurement and Case Study Analysis*, Boston, Kluwer Academic Publishers, pp. 85-103.

CARDWELL, D. (1995): *The Norton history of technology*, London, Norton and Company Incorporate.

DJELLAI, F. y GALLOUJ, F. (2001): "Patterns of innovation organization in service firms: portal survey results and theoretical models", *Science and Public Policy*, vol. 28, n° 1, pp. 57–67.

DOSI, G.; SILVERBERG, G. y ORSENIGO, L. (1988): "Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organisation Model", *The Economic Journal*, vol.98, n° 393, pp.1032-1054.

DOSI, G. (1999): "Some notes on national systems of innovation and Production and their implication for economic analysis", en Daniele Archibugi, Jeremy Howells, and Jonathan Michie (eds.): *Innovation Policy in a Global Economy*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 35-48.

DREJER, I. (2004): "Identifying innovation in surveys of services: a Schumpeterian perspective", *Research Policy*, n° 33, pp. 551–562.

FAGAN, M. H. (2004): "The influence of creative style and climate on software development team creativity: An exploratory study". *Journal of Computer Information Systems*, vol. 44, n° 3, pp. 73– 80.

GALLOUJ, F. y WEINSTEIN, O. (1997): "Innovation in services", *Research Policy*, n° 26, pp. 537-566.

170 GALLOUJ, F. y SAVONA, M. (2009): "Innovation in services: a review of the debate and a research agenda", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 19, n° 2, pp. 149–172.

KESIDOU, E. y SZIRMAI, A. (2008): "Local knowledge spillovers, innovation and export performance in developing countries: empirical evidence from the Uruguay software cluster", *The European Journal of Development Research*, vol. 20, n° 2, pp. 281–298.

LEONARD-BARTON, D. (1995): *Wellsprings of knowledge: Building and sustaining the source of innovation*, Boston: Harvard, Business School Press.

MATUSIK, S. F.; HEELEY, M. B. (2005): "Absorptive Capacity in the Software Industry. Identifying Dimensions That Affect Knowledge and Knowledge Creation Activities", *Journal of Management*, vol. 31, n° 4, pp. 549-572.

MOTTA, J.; ZAVALA, L.; LLINÁS, I., LUQUE, L. y BORRASTERO, C. (2011): "Importancia de la capacitación del factor trabajo en las potencialidades de cambio tecnológico en la industria del software", *XVI Reunión Anual de la Red Pymes Mercosur*, Concepción del Uruguay.

MOWERY, D. y LANGLOIS, R. (1996): "Spinning off and spinning on(?): the federal government role in the development of the US computer software industry", *Research Policy*, vol. 25, n° 6, pp. 947–966.

NELSON, R. and WINTER, S. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

NONAKA, I. y TAKEUCHI, H. (1995): *The knowledge-creating company*, New York, Oxford University Press.

ROMIJN, H. y ALBADALEJO, M. (2002): "Determinants of Innovation capability in small electronics and *software* firms in southeast England", *Research Policy*, vol. 31, n° 7, pp. 1053-1067.

SAVIOTTI, P. P. y METCALFE, J. S. (1984): "A theoretical approach to the construction of technological output indicators", *Research Policy*, vol. 13, n° 3, pp. 141-151.

SEGELOD, E. y JORDAN, G. (2002): "Software innovativeness - knowledge acquisition, external linkages and firm developmental processes", Suecia, Göteborg University.

SEGELOD, E. y JORDAN, G. (2004): "The use and importance of external sources of knowledge in the *software* development process", *R&D Management*, vol.34, n° 3, pp. 239-52.

SILVERBERG, G.; DOSI, G. y ORSENIGO, L. (1988): "Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organization Model", *The Economic Journal*, vol. 98, n°393, pp. 1032-1054.

171

STORZ, C. (2008): "Dynamics in innovation systems: Evidence from Japan's game *software* industry", *Research Policy*, vol. 37, n° 9, pp.1480-1491.

Anexo: el análisis econométrico

La técnica de AFCM no permite identificar causalidades, solo asociación entre variables, por lo que su uso, si bien muy enriquecedor para entender el problema abordado, no permite confirmar ni rechazar las hipótesis propuestas. Las asociaciones verificadas no necesariamente pueden responder al modelo teórico en el que se basan las hipótesis. El problema para utilizar otras técnicas tal como el análisis de regresión es que éste requiere que las variables explicativas sean independientes entre sí. Pero ya en el marco teórico se enfatizó la fuerte interrelación que hay entre las variables utilizadas para explicar el desempeño innovador de las empresas, lo que invalidaría la aplicación de dicha técnica.

Una alternativa, solo aceptable como un ejercicio intelectual en el marco de un análisis exploratorio en un tema de profunda complejidad, es considerar que al momento de tomar los datos en la encuesta el valor de cada una de las variables explicativas está dado, y no está afectado por las demás variables. La adopción de

este supuesto permitió utilizar un modelo Logit Ordenado (o regresión logística ordenada) a efectos de buscar explicar las variables “Importancia a las innovaciones” y “Participación de las innovaciones en las ventas” a partir de los indicadores de Competencias tecnológicas, Esfuerzo innovador, Proceso de trabajo e Intensidad de las Vinculaciones.¹⁶ Como variables de control se incluyeron Tamaño de la empresa y dos variables dummy: Localización (Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe) y Año de inicio de las actividades (Pre-convertibilidad, Convertibilidad o Pos-convertibilidad).

En la regresión que toma como variable dependiente al indicador de Importancia de las Innovaciones, las variables independientes que resultaron significativas fueron: Esfuerzos de innovación (al 1%), Competencias tecnológicas, Proceso de trabajo (ambas al 10%), y la variable de control Tamaño según facturación (también al 10%). Como se puede ver en la Tabla “A”, existe una relación directa entre las tres primeras variables y la probabilidad de que la variable Importancia de las innovaciones asuma valores más altos, lo cual se observa en el signo de los coeficientes estimados. En cambio, el Tamaño de la empresa tiene una relación inversa con la probabilidad de que el indicador de Importancia de las innovaciones asuma valores más altos. Cabe señalar en este punto, que estos coeficientes no deben interpretarse como cambios marginales en la Importancia de las Innovaciones ante cambios en las variables explicativas; sino como cambio en un indicador artificial que emplea el modelo para relacionar las variables explicativas con la probabilidad de que la variable dependiente asuma cada nivel.

172

Es de destacar este modelo predice correctamente los valores observado del indicador de Importancia de las innovaciones el 49% de las veces, lo que es un nivel muy aceptable para este tipo de modelos. En cuanto al nivel de acierto para cada modalidad en particular, es del 42% para la modalidad Baja, 67% para la media y 40% para la Alta.

16. Este modelo es una extensión del modelo Logit para variables dicotómicas. A partir de este tipo de modelo, se obtiene como variables de respuesta las probabilidades de que la variable dependiente considerada asuma determinado valor o nivel entre los que asume (i.e. bajo, medio, alto), las cuales dependen de las variables explicativas (o independientes) consideradas.

Tabla A. Resultados de la regresión logística ordenada

	Importancia de las innovaciones		Participación de las innovaciones en ventas	
	Coef.	P>z	Coef.	P>z
Competencias Tecnológicas	.4178264	0.066*	.432082	0.092*
Esfuerzos	.5186696	0.002***	.0121047	0.947
Proceso de Trabajo	.4264944	0.054*	.67783	0.003***
Vinculaciones	.1229945	0.546	.0472384	0.834
Dummy Bs As	-.1931884	0.629	-.1175737	0.778
Dummy Sta Fe	-.4918924	0.571	-.8476996	0.392
Dummy Pre-convert	-.3762392	0.504	-.2212198	0.703
Dummy Pos-convert	-.3490456	0.302	-.1607915	0.678
Tamaño	-.3862141	0.086*	-.4772271	0.046**

*Significativo al 10%; **Significativo al 5%; *** Significativo al 1%

173

En la segunda regresión, la que trata de explicar los valores que asume el indicador de Participación de las innovaciones en las ventas, las únicas variables explicativas que resultan significativas son Proceso de trabajo (al 1%), Competencias tecnológicas (al 10%) y una variable de Tamaño, en este caso medido según nivel de ocupación (al 5%). Las dos primeras variables tienen una relación directa con la probabilidad que la Participación de las innovaciones en las ventas asuma un valor mayor, y la de tamaño nuevamente tiene una relación inversa.

En este caso el porcentaje de predicciones correctas del modelo, que asciende al 44%, también es muy aceptable. En cuanto a cada nivel en particular, el modelo predice correctamente en un 7,5% de casos la modalidad Baja, en un 48% la Media y en un 63% la Alta.

En definitiva, este ejercicio brinda algún apoyo adicional a la hipótesis de que la introducción de innovaciones está afectada por el nivel de competencias tecnológicas, los esfuerzos realizados en materia de innovación y las características del proceso de trabajo. Únicamente la variable Vinculaciones no aparece como significativa en ninguno de los dos modelos, lo que iría en contra de la extensa literatura existente que remarca la importancia de esta variable en el desempeño innovador de empresas del sector de SSI.