



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



Universidad
Nacional
de Córdoba

REPOSITORIO DIGITAL UNIVERSITARIO (RDU-UNC)

Una aproximación de análisis multivariante hacia los condicionantes de la complementariedad entre actividades innovativas. Aplicación al sector de software de Argentina

Hernán Alejandro Morero, Juan José López, Valentina Fernández,
Josefina Sonnenberg Palmieri

Capítulo del Libro XXI Reunión Anual Red Pymes Mercosur: Creatividad, Innovación y
Desarrollo en Pymes (Parte II), 1º ed. publicado en 2016. ISBN 978-987-3608-23-0



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual
4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

UNA APROXIMACIÓN DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE HACIA LOS CONDICIONANTES DE LA COMPLEMENTARIEDAD ENTRE ACTIVIDADES INNOVATIVAS. APLICACIÓN AL SECTOR DE SOFTWARE DE ARGENTINA

**Morero, Hernán Alejandro, López, Juan José, Fernández, Valentina, Sonnenberg
Palmieri, Josefina**

Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad (CIECS), CONICET y
UNC, Argentina /
hernanmorero@eco.uncor.edu

Facultad de Ciencias Económicas – Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
Facultad de Ciencias Económicas – Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

I. Introducción

Pese a las recientes reacciones conservadoras en la región (y muy especialmente en la Argentina), América Latina ha avanzado abismalmente en su proceso de desarrollo en la última década, con profundos senderos de crecimiento económico signados por una fuerte recuperación de la impronta del Estado en la economía. En este marco, se ha dado la consolidación de algunos sectores de elevada complejidad tecnológica relativa, como los sectores productores de servicios intensivos en conocimiento (Knowledge Intensive Business Services o KIBS) tales como el de producción de software y servicios informáticos en la Argentina.

Cobra relevancia elucidar las distintas dimensiones que hacen a su proceso innovador, fuente genuina de ventajas competitivas dinámicas, que puedan dar continuidad a este proceso de desarrollo sectorial y posibiliten al sector sobrevivir al embate sobre la actividad productiva del proceso de ajuste macroeconómico a los niveles de ingreso que lleva adelante el intento de restauración neoliberal en la Argentina. Malerba y Nelson (2011) colocan a nuestro país dentro de la 'tercera ola' de catching up del sector del software global⁷, que inicia en los 2000's (junto con Brasil, Rusia y otras economías del este europeo); como una de las economías emergentes que están ganando posiciones competitivas en este sector de avanzada. Las empresas del sector tienen un gran desafío tanto de sobrevivir en un contexto de ajuste adverso para la actividad productiva en general, como de evitar que este proceso de catching up reciente no se revierta totalmente.

⁷ La primera ola de catch up, emerge entre las décadas de los 1970's y 1980's, e incluyó a India, así como a Irlanda e Israel; en tanto que la segunda ola sucede durante la década de los 1990's, incluyendo a China y Filipinas (Niosi, et al., 2012).

La innovación exitosa en las empresas depende del desarrollo e integración de nuevos conocimientos en el proceso innovativo, tanto internos como externos a la organización. El presente trabajo surge como continuación de estudios anteriores sobre cómo estos conocimientos se complementan (o sustituyen) en el proceso de innovación de las empresas de software (Morero, 2013, Morero et al., 2014, Morero et al., 2015). En el último de los estudios de esta línea (Morero, et al., 2015), se confirma la existencia de una relación de complementariedad entre actividades innovativas internas y externas, pero los resultados se vuelven más inconclusos al momento de analizar los determinantes de dicha complementariedad. Dado esto, El presente artículo persigue contribuir a abordar este aspecto. Esto es, principalmente importa saber en qué medida estas relaciones de complementariedad se ven influidas por aspectos ambientales y por aspectos estructurales de las empresas.

Para ello proponemos una estrategia de abordaje empírico comparativamente poco reconocida en la disciplina, alternativa a los enfoques fuertemente econométricos, como el enfoque directo o de correlaciones (Mohnen y Röller, 2005). La propuesta es reconocer un cuerpo de literatura empírica que sigue una combinación de técnicas estadísticas, como por ejemplo métodos de análisis multivariante, que denominamos enfoque de asociación. Este enfoque tiene un potencial superador de las muchas limitaciones que los testeos y regresiones econométricas tienen para elucidar la cuestión que nos compete.

El artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección II se lleva a cabo una revisión de la literatura. En la sección III se presenta la metodología del análisis y una descripción de las fuentes de datos, junto con el método de construcción de los indicadores y los métodos utilizados. Por último, en la sección IV se discuten los principales resultados del análisis cuantitativo y la sección V concluye el trabajo con las consideraciones finales

II. Antecedentes y estado de la cuestión

La *performance* innovativa de las empresas está íntimamente relacionada al desarrollo e integración de nuevo conocimiento a través de diversas actividades innovativas: internas y externas (Jaffe, 1986, Veugelers, 1997, Veugelers y Cassiman, 1999, Cassiman y Veugelers, 2002, Von Hippel, 2007). Por ello, un tópico relevante que ha analizado la literatura de economía del cambio técnico e innovación y de economía industrial ha sido establecer si este tipo de actividades son complementarias o substitutas en relación a la *performance* innovativa de la empresa.

Desde un punto de vista teórico, ha habido puntos de vista encontrados. Las explicaciones más comunes que sustentan la prevalencia de relaciones de sustituibilidad se originan en las teorías de costo de transacción (Coase, 1937, Arrow, 1962, Williamson, 1985) y teorías de los derechos de propiedad (Grossman y Hart, 1986); mientras que los enfoques de la firma basados en recursos (Teece, 1986, Teece *et al.*, 1997), en las concepciones de capacidad de absorción (Cohen y Levinthal, 1989), y las teorías evolucionistas y del aprendizaje (Freeman, 1974, Freeman y Soete, 1997, Jensen *et al.*, 2007), tienden a generar muchos argumentos para sostener la hipótesis de complementariedad.

En el abordaje empírico y cuantitativo de la cuestión, principalmente se pueden encontrar dos estrategias para abordar econométricamente la complementariedad entre actividades innovativas (Mohnen y Röller, 2005): el enfoque de correlación y el enfoque directo.

La estrategia econométrica más común ha sido el llamado enfoque de correlaciones (*'correlation approach'*) que consiste en analizar las correlaciones simples entre las variables, con o sin control por otras variables. El grueso de los estudios empíricos se enmarca en este tipo de estrategia.

En esta línea, un conjunto de estudios empíricos han encontrado que las actividades innovativas internas y externas tienden a ser sustitutas (Pisano, 1990, Blonigen y Taylor, 2000, Love y Roper, 2001) (Mytelka, 1978, Fikkert, 1994, Basant y Fikkert, 1996): así como otros estudios tienden a encontrar relaciones de complementariedad entre actividades innovativas (Deolalikar y Evenson, 1989, Arora y Gambardella, 1990, Braga y Willmore, 1991, Arora y Gambardella, 1994, Veugelers, 1997). También, hay estudios en esta línea empírica que muestran resultados ambivalentes; argumentando que la complementariedad es sensible a las especificidades tecnológicas sectoriales (Audretsch *et al.*, 1996) o a factores estructurales de la empresa, como el tamaño (Veugelers y Cassiman, 1999). De este modo, los estudios en esta línea no llegan a resultados concluyentes.

La relevancia de los resultados de los estudios en esta línea han sido cuestionados, argumentando que estas investigaciones sólo dan cuenta de la co-ocurrencia de las actividades innovativas internas y externas de las empresas, pero no testean directamente la complementariedad de las mismas en su relación con el desempeño innovativo (Mohnen y Röller, 2005). Por ello, una segunda estrategia metodológica que trata de cubrir esta falencia, consiste en estudiar las complementariedades en términos

de los efectos de *performance* de estas actividades, lo que se denomina el enfoque de testeo directo o enfoque directo (*direct approach*). Esta opera a través de testeos duros de la complementariedad, utilizando coeficientes provenientes de estimaciones de la función de innovación (testeado en términos de *otuput* innovador) (Cassiman y Veugelers, 2006, Hagedoorn y Wang, 2012, Hou y Mohnen, 2013, Morero, *et al.*, 2014), o provenientes de una función de producción de la empresa (testeando en términos de productividad) (Lokshin *et al.*, 2008, Schmiedeberg, 2008, Hou y Mohnen, 2013).

Uno de los artículos más influyentes en esta área es el trabajo de Cassiman y Veugelers (2006), que aplica esta metodología para analizar la existencia de relaciones de complementariedad entre compra externa de conocimiento y actividades internas de I+D, para el caso de empresas industriales belgas, introduciendo explícitamente tests relacionados a la *performance* innovativa de las empresas (tests de supermodularidad y submodularidad). Los resultados señalan: a) que las actividades son complementarias a la innovación; y b) que esta complementariedad es sensible a aspectos contextuales y las estrategias empresariales.

Siguiendo esta línea y el método de Cassiman y Veugelers, ha sido posible establecer fehacientemente la existencia de relaciones de complementariedad entre actividades innovativas internas y externas en el sector del software de la Argentina en investigaciones previas (Morero, 2013, Morero, *et al.*, 2014, Morero, *et al.*, 2015). Así, en Morero, *et al.* (2014) seguimos este método usando datos tecnológicos discretos de empresas argentinas de software para el período 2008-2010 y estimamos la función de innovación con el objeto de computar tests de sub y supermodularidad. Allí nuestros resultados apoyan la existencia de complementariedad, para el caso de una economía emergente, en un sector KIBS.

Teniendo en cuenta toda la bibliografía empírica, si bien los resultados en esta línea tienden a ser más conclusivos respecto a la complementariedad en sí - dado que están divididos entre los que prueban la existencia de complementariedad (Cassiman y Veugelers, 2006, Álvarez *et al.*, 2013, Hou y Mohnen, 2013, Morero, *et al.*, 2014) y entre los que hallan resultados ambivalentes o contingentes (Lokshin, *et al.*, 2008, Schmiedeberg, 2008, Hagedoorn y Wang, 2012) - ; mucho más difusos e insatisfactorios han sido los resultados en materia de definir cuáles son los condicionantes de esta complementariedad, tanto para el sector del software (Morero, *et al.*, 2015), como en sectores manufactureros (Cassiman y Veugelers, 2006).

En efecto, la dirección y la intensidad en que las variables contextuales afectan la complementariedad no es bien capturada por el método de Cassiman y Veugelers en el enfoque directo, y adolece de problemas de fiabilidad econométrica y de generar escasos resultados. Su abordaje propone un procedimiento en dos etapas para predecir valores sobre la estrategia de innovación de la firma a partir del "enfoque de adopción" (*adoption approach*) y usar estas como variables instrumentales para la estrategia de innovación de la firma en la regresión de innovación (lo que conforma, un enfoque directo).

La adopción de cada estrategia es estimada a través de un modelo probit bivariado, que regresiona las actividades de innovación no exclusivas sobre las variables exógenas de control asumidas. Para dilucidar las variables contextuales que afectan a la innovación, en pos de la búsqueda de las variables que puedan explicar la aparición conjunta de las actividades de innovación, es decir las variables que afectan la complementariedad entre las actividades de innovación, se usa un modelo logit multinomial. Este tipo de modelo es útil cuando se trata de explicar la elección entre varias opciones mutuamente excluyentes, en este caso la exclusiva combinación de creación interna de conocimiento (Make) y decisión de adquirir tecnología externa (Buy) (las variables dummy dependientes). Así, existen firmas que no realizan actividades innovativas, otras que solo realizan actividades de tipo I+D, otras que adquieren tecnologías externas, y otras que combinan actividades I+D y adquisición de tecnologías externas. Sin embargo, como otros modelos econométricos, el modelo logit multinomial tiene supuestos que limitan la validez de sus resultados.

Una de los supuestos más serios es la de Independencia de las Alternativas Irrelevantes (IIA): que las posibilidades relativas entre las distintas actividades de innovación sean independientes del número y naturaleza de los otros que están siendo consideradas simultáneamente. Esta propiedad no se puede mantener, en tanto las decisiones entre seleccionar actividades internas y externas no pueden ser consideradas como independientes, y por tanto los resultados no serían muy realistas.

Otra consideración que debe ser tenida en cuenta es el tener suficientes observaciones en cada categoría exclusiva para la estimación multinomial. Como han señalado Agresti y Kateri (2011), cuando una categoría ocurre relativamente pocas veces, esto limita el número de predictores a los que afecta y puede estimarse con precisión: las estimaciones del Logit Multinomial pueden ser un poco sesgadas y los errores estándar pueden ser pobres.

Adicionalmente, un modelo con muchos predictores puede sufrir de multicolinealidad, es decir correlaciones entre los predictores. La eliminación de tal predictor redundante puede ser útil, por lo menos para reducir los errores estándar de otros efectos estimados (Agresti y Kateri, 2011). Sin embargo, las correlaciones entre variables predictoras pueden tener riqueza para su propio y todo el contexto de las actividades innovativas; incluso los efectos directos e indirectos son dejados de lado en esta forma de proceder, y pueden en realidad ser demasiado valiosos para ser considerados como meras variables redundantes. Todos problemas a las que el análisis de Cassiman y Veugelers (2006) en este punto (¿qué determina las complementariedades?) se ve sujeto.

Y ellos son solo los problemas de fiabilidad econométrica. La esterilidad de este enfoque para elucidar la cuestión se ha verificado en Morero, *et al.* (2015), donde los resultados significativos siguiendo esta vía son, en primer lugar, muy escasos (apenas señalan una relación positiva con obstáculos financieros a la innovación y negativa con la calidad de los recursos humanos en el entorno) y de limitada interpretación económica; los problemas econométricos señalados de Cassiman y Veugelers (2006) se extienden a este caso; y sólo pueden subsanados aplicando nuevas pruebas de robustez que sólo pueden restringir más aún los ya magros resultados.

En síntesis, los resultados en este tópico en esta línea, o bien tienden a ser muy escasos, o bien adolecen de fiabilidad econométrica, o bien carecen de interpretación económica y social apreciable. De este modo, este enfoque falla para abordar la cuestión de los determinantes de la complementariedad.

En el presente artículo proponemos seguir una estrategia alternativa para contribuir a abordar este aspecto. Podemos identificar una tercera estrategia cuantitativa existente en la literatura, pese a que los resultados en esta línea no son usualmente tenidos en cuenta en las típicas revisiones empíricas en la materia (ver por ejemplo en (Mohnen y Röller, 2005, Cassiman y Veugelers, 2006, Schmiedeberg, 2008), que puede caracterizarse como el enfoque de asociación.

Es un enfoque intermedio en relación a las otras dos líneas, en el sentido de ser más fuerte y riguroso que el enfoque de correlación para probar la complementariedad, pero más "débil" para testearla firmemente, respecto del enfoque directo. Son investigaciones que recurren a combinar diversas técnicas estadísticas, como el análisis multivariante, para establecer y explorar asociaciones complejas entre variables, cualitativas en su naturaleza, pero a través de herramientas cuantitativas.

Estas técnicas han sido ocasionalmente aplicadas en economía, incluso al problema de las complementariedades entre distintos tipos y fuentes de conocimiento. Allí se destacan el trabajo de Doloreux (2015) que ha explorado las relaciones con el desempeño innovador entre el uso de toda una serie de fuentes de conocimiento internas y externas en empresas vitivinícolas canadienses, a través de un Análisis de Componentes Principales; el trabajo de Motta *et al.* (2007) donde siguiendo un sendero similar analizamos las combinaciones de conocimientos para la innovación en empresas autopartistas de la Argentina; la Tesis de Milesi (2006) que identifica siguiendo este tipo de técnicas distintos patrones de innovación en las empresas industriales argentinas durante la convertibilidad y el estudio de Suarez (2015) que ha analizado los cambios en las estrategias innovativas de empresas manufactureras durante 1998-2006 en la Argentina usando un Análisis de Cluster Discriminante.

Los estudios en esta línea tienen el potencial de complementar el enfoque directo, que se mantiene tan inmerso en la lógica procedimental econométrica dominante de la economía, que obscurece toda una riqueza analítica y comprensiva alrededor de la naturaleza de las múltiples relaciones que existen en el complejo de fuentes de conocimiento de las organizaciones. Además, los estudios en esta línea pueden ser más productivos para el abordaje de la cuestión de los condicionantes de la complementariedad, fenómeno que se ha mostrado como multi causal y a través de relaciones complejas; y que los testeos econométricos más duros han fallado en elucidar. Por eso es que en este artículo proponemos seguir esta estrategia cuantitativa, y en especial proponemos un abordaje de análisis multivariante, como se detalla en el apartado siguiente.

III. Metodología. Métodos, Fuente de Datos y Variables

Las variables implicadas en nuestro análisis son cualitativas por naturaleza. Ni las variables de desempeño innovativo, ni la organización y estructura de trabajo de las empresas, sus estructuras en I+D, y los esfuerzos innovadores podrían ser expresados en términos continuos sin perder un grado significativo de riqueza explicativa.

Todas son variables cualitativas, y para su análisis cuantitativo es conveniente aplicar técnicas de análisis multivariante de datos. El análisis multivariante es un método poderoso cuándo el problema que surge implica múltiples variables dependientes o interdependientes. Una técnica particular de análisis multivariante es el Análisis Factorial de Correspondencias Múltiple (AFCM). Es una técnica de reducción de datos que nos permite resumir un número grande de variables heterogéneas (llamados las

variables activas) en un espacio nuevo, proyectando las observaciones (en este caso, las empresas) a un conjunto nuevo de dimensiones llamados factores. Los factores son nuevas variables que maximizan la variabilidad de las variables activas seleccionadas. Los factores son un número más pequeño de variables, más manejables que las variables originales que homogeneizan la heterogeneidad de las activas a través de una combinación de las modalidades de las variables originales. En el caso de una serie de variables ordinales o variables multidimensionales categóricas, los factores son combinaciones de las categorías de todas las variables activas implicadas en el análisis. La técnica construye factores hasta que toda la variabilidad (también llamada la inercia) de las variables activas es resumida por los factores, el cual implica que todos los factores juntos brindan exactamente la misma información que las variables originales.

Por lo tanto, para caracterizar la recurrencia a actividades innovativas, internas y externas en nuestra muestra, aplicaremos un AFCM para reducir dimensiones entre diversas categorías de variables cualitativas. Este análisis nos posibilita utilizar un conjunto nuevo de variables para cada empresa (los factores) que resumen la recurrencia a fuentes de conocimiento de manera homogénea, comparando los distintos casos.

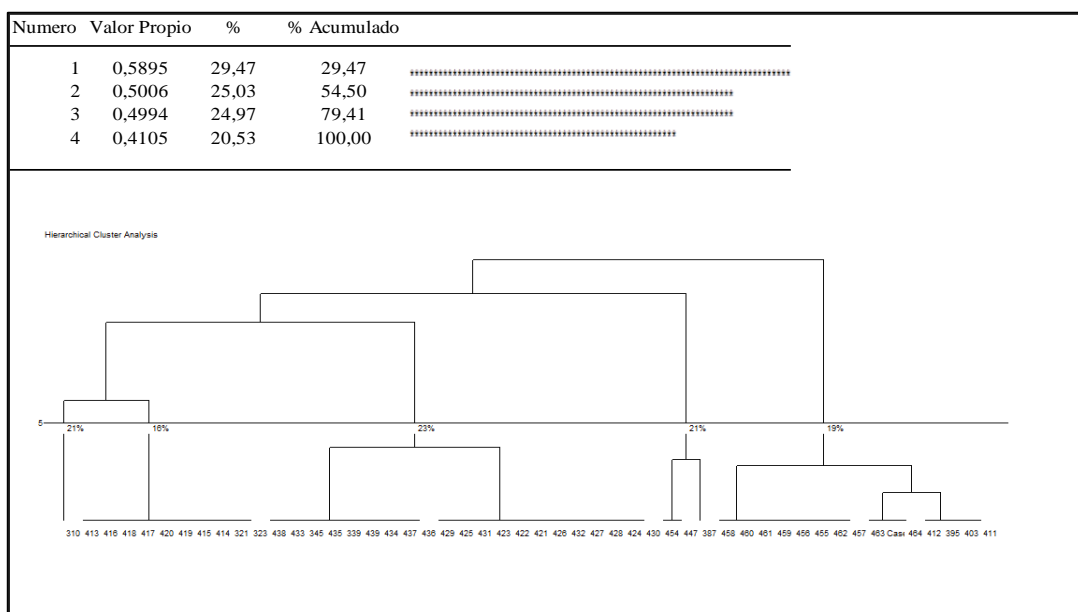
En este trabajo, aplicaremos el AFCM para reducir dimensiones de dos indicadores ordinales: Actividades de Innovación Interna y Actividades de Innovación Externa, las cuales serán las variables activas. Así, un conjunto de factores será generado en términos de las variables activas (de hecho, en términos de todas sus categorías), y proyectaremos los casos (las empresas) en aquellas nuevas dimensiones. Esta proyección de cada observación en nuevas dimensiones ‘homogéneas’ (construidas por variables cualitativas heterogéneas) nos permite calcular distancias entre los casos específicamente en estos términos.

El objetivo de este análisis es construir grupos de empresas relativamente homogéneas, relacionando la importancia relativa de los componentes externos e internos de las actividades de innovación de las empresas, y poder evaluar el rendimiento innovador asociado, en dimensiones homogéneas, con el fin de analizar si hay una asociación sugerente de complementariedades. El cálculo de Factores puede utilizarse para llevar adelante un Análisis Jerárquico de Cluster, agrupando las empresas de tal manera que los casos sean similares dentro de los grupos o cluster, y relativamente distintos entre grupos.

IV. Resultados

El AFCM redujo dimensiones de dos variables (Actividades Innovativas Internas y Externas) con tres categorías cada (Bajo, Medio, Alto), las cuales serán las variables activas. El análisis arrojó cuatro Factores, que recogen el 100% de la inercia. Utilizar los cuatro factores implica trabajar con la misma información que las variables originales, ya que los mismos acumulan la variabilidad entera. Estas nuevas dimensiones nos posibilitan el cálculo de las distancias entre las empresas en estos términos, y aplicar técnicas de Cluster para construir grupos de empresas relativamente homogéneos en base a su recurrencia a actividades innovativas. Entonces, las variables adicionales podrán ser proyectadas en estas nuevas dimensiones, para caracterizar los grupos. El detalle de acumulación de inercia de los factores como resultado del Análisis Jerárquico de Cluster y el corte considerado, se presentan a continuación en el Recuadro 1.

Recuadro 1. AFCMA y de Análisis de Cluster



Consecuentemente procedemos al análisis de la correspondiente agrupación de empresas. La tabla 2 presenta las categorías sobre y subrepresentadas de los indicadores implicados en el análisis de Cluster. Las variables redundantes fueron omitidas. El corte con el mejor resultado nos arroja cinco grupos o clusters, los cuales pueden ser caracterizados por su recurrencia a actividades de innovación internas y externas. El grupo I es el grupo de empresas con excepcionales esfuerzos en innovación tanto internos como externos, y comprende el 21% de la muestra. El extremo opuesto es el Grupo V, el cual representa 19% de las empresas de la muestra y está

CREATIVIDAD, INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN PYMES (PARTE II)

caracterizado por bajas actividades innovativas internas y externas. Los grupos de II a IV presentan un comportamiento intermedio. El Grupo II (23% de la muestra) muestra esfuerzos medios en actividades externas pero medio/alto en actividades internas. El grupo III (21% de las empresas de la muestra) presenta actividades externas bajas junto con altos esfuerzos internos, y el grupo IV está caracterizado también por bajos esfuerzos externos, pero con un nivel medio en actividades internas, representando el 16% de las empresas de software.

Tabla 2. Análisis de Cluster: Variables sobre y subrepresentadas.

Cluster					
I	Variable	Categoría	% de categoría dentro del Grupo	% de categoría en	Sign. ¹
<i>Variables Activas</i>	Actividades innovativas externas	Alto	100.00	22.96	***
	Actividades innovativas internas	Alto	68.52	48.64	***
	Innovación	Alto	40.74	19.07	***
<i>Variables Organizativas y Estructurales</i>	Tamaño	Grande	24.07	13.23	**
	Especializada en productos	Si	57.41	47.86	*
<i>Variables Políticas</i>	Política Ley Soft	Si	35.19	23.74	**
	Política Fontar	Si	25.93	17.51	*
<i>Variables Organizativas y Estructurales</i>	<i>Categorías subrepresentadas</i>				
	Tamaño	Pequeñas	55.56	68.48	**
<i>Obstáculos a la innovación</i>	Obstáculos Financieros	Bajo	14.81	23.35	*
Cluster					
II	Variable	Categoría	% de categoría dentro del Grupo	% de Categoría en el Conjunto	Sign. ¹
<i>Variables Activas</i>	Actividades innovativas externas	Medio	100.00	28.40	***
	Actividades innovativas internas	Medio	41.38	31.91	*
	Actividades innovativas internas	Alto	58.62	48.64	*
	Innovación	Medio	56.90	46.30	**
<i>Variables Organizativas y Estructurales</i>	Propiedad del Capital	Extranjero	17.24	8.17	***
	Creada en la Preconvertibilidad	Si	13.79	8.56	*
	Tamaño	Medio	27.59	17.51	**
<i>Categorías Subrepresentadas</i>					
<i>Obstáculos a la Innovación</i>	Obstáculos de Apropiabilidad	Bajo	51.72	61.09	*
<i>Variables Organizativas y Estructurales</i>	Tamaño	Pequeño	58.62	68.48	**
	Propiedad del Capital	Nacional	82.76	91.05	**
Cluster					
III	Variable	Categoría	% de categoría dentro del Grupo	% de categoría en el Conjunto	Sign. ¹
<i>Variables Activas</i>	Actividades Innovativas Externas	Bajo	100.00	48.25	***
	Actividades Innovativas Internas	Alto	100.00	48.64	***
	Innovación	<i>Sin diferencias significativas con los valores de la muestra</i>			
<i>Variables Organizativas y Estructurales</i>	Creada en la Post Convertibilidad	Si	70.37	54.47	***
	Creada en la Convertibilidad	No	77.78	64.20	**
	Especializada en Productos	Si	57.41	47.86	*
	Organización de Trabajo	Alto	37.04	28.02	*
<i>Obstáculos a la Innovación</i>	Obstáculos de Apropiabilidad	Bajo	72.22	61.09	**
<i>Categorías Subrepresentadas</i>					
No hay variables relevantes					

CREATIVIDAD, INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN PYMES (PARTE II)

Cluster					
IV	Variable	Categoría	% de categoría dentro del grupo	% de categoría en el Conjunto	Sign. ¹
<i>Variables Activas</i>	Actividades Innovativas Internas	Medio	100.00	31.91	***
	Actividades Innovativas Externas	Bajo	100.00	48.25	***
		Innovación	<i>Sin diferencias significativas con los valores de la muestra</i>		
<i>Variables Organizativas y Estructurales</i>	Creada en la Post Convertibilidad	No	56.10	45.14	*
	No especializada-Diversificada	Si	31.71	22.57	*
<i>Categorías Subrepresentadas</i>					
<i>Obstáculos a la Innovación</i>	Obstáculos a la Apropiabilidad	Alto	7.32	15.56	*
<i>Variables Organizativas y Estructurales</i>	Tamaño	Grande	4.88	13.23	*

Cluster					
V	Variable	Categoría	% de categoría dentro del grupo	% de categoría en el Conjunto	Sign. ¹
<i>Variables Activas</i>	Actividades Innovativas Internas	Bajo	98.00	19.07	***
	Actividades Innovativas Externas	Bajo	58.00	48.25	*
		Innovación	48.00	33.46	**
<i>Variables Organizativas y Estructurales</i>	Tamaño	Pequeño	82.00	68.48	**
	Creada en la Convertibilidad	Si	46.00	35.41	*
	Especializada en Productos	No	72.00	50.58	***
	No especializada-Diversificada	Si	32.00	22.57	*
	Especializada en Servicios	Si	40.00	28.02	**
	Organización del Trabajo	Bajo	22.00	13.23	**
<i>Variables Políticas</i>	Competencias	Bajo	38.00	29.18	*
	Política Fonsoft	No	50.00	38.52	**
	Política Ley Soft	No	86.00	76.26	**
<i>Categorías Subrepresentadas</i>					
		Innovación	10.00	19.07	**
<i>Variables Organizativas y Estructurales</i>	Organización del Trabajo	Alto	16.00	28.02	**

La tabla 3 presentada a continuación muestra los puntos destacados de nuestras variables claves para analizar complementariedades.

Tabla 3. Resumen de Variables Relevantes - Análisis de Cluster (1)

VARIABLES RELEVANTES	Cluster I	Cluster II	Cluster III	Cluster IV	Cluster V
Actividades Innovativas Internas	Alto***	Medio*/Alto*	Alto***	Bajo***	Bajo***
Actividades Innovativas Externas	Alto***	Medio***	Bajo***	Medio***	Bajo*
Innovación	Alto***	Medio**	-	-	Bajo**

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

Nuestro primer resultado es que la existencia de complementariedades se mantiene (sin recurrir a los engorrosos testeos "duros" del enfoque directo). Centrando la atención en los grupos extremos, podemos ver que el Cluster I, con niveles altos tanto de actividades internas y externas, tiene un nivel sobrerrepresentado de empresas con un nivel alto de output innovador. Por el contrario, el Cluster V, presenta una sobre representación de las empresas con una baja *performance* innovativa, que es el grupo con bajos niveles de actividades de innovación tanto internos como externos.

CREATIVIDAD, INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN PYMES (PARTE II)

Más aún, este análisis nos permite apreciar qué otras variables afectan el status de complementariedad o, al menos, muestra ciertas asociaciones que se evidencia juntamente con las relaciones de complementariedad dentro de los grupos. Para ello, podríamos ver qué variables aparecen significativamente en ambos extremos, pero con modalidades 'opuestas' (i.e.: 'bajo/alto', 'sí/no', etc.). Siguiendo este procedimiento, las variables de Tamaño, Especialización y la recurrencia a instrumentos de política son variables contextuales que aparecen significativamente asociadas con la complementariedad hallada entre los esfuerzos de innovación. Las empresas de mayor tamaño y especializadas en productos, se encuentran asociadas con los mejores rendimientos en innovación. En el otro extremo las empresas pequeñas, nacidas en el período de la Convertibilidad, y diversificadas o especializadas en servicios caracterizan al grupo con bajas actividades innovativas internas y externas y el peor desempeño innovativo relativo. Los resultados también muestran que variables de política son cruciales en los grupos extremos (siendo no significativos en absoluto en los grupos intermedios): el Cluster I, donde esfuerzos altos tanto internos y externos condujeron a una alta producción de innovación, se encuentran sobrerrepresentadas las empresas que recurrieron a instrumentos de política, como Fontar y los beneficios de la Ley de Software. El opuesto está ubicado en el Grupo V, significativamente sobrerrepresentadas las empresas que no han participado de los beneficios de la Ley de Software, ni del Fontar, pero además que tampoco lo han hecho del Fonsoft.

Otras debilidades caracterizan al grupo menos innovador, no necesariamente asociadas con las complementariedades. Como puede observarse, las empresas con niveles bajos de competencias, y una estructura de organización del trabajo menos ágil, caracterizan al grupo V. Los obstáculos en general aparentan no tener una gran relevancia en existencia de complementariedades. La baja importancia de obstáculos financieros en el Cluster I tienen una importancia "de un solo sentido" (esto es, lo opuesto no es significativo en el Cluster menos innovador). La antigüedad es otra variable que no tiene una dirección clara: pese a que aquellas empresas creadas en el período de la Convertibilidad, caracterizado por las reformas neoliberales en Argentina, están sobrerrepresentadas en el grupo más pobre en materia de innovación, ninguna categoría de antigüedad es significativamente distinta en el grupo más innovador. Ello implica una proporción en el cluster I de empresas de los tres períodos estipulados similares a las proporciones muestrales.

En tercer lugar, este análisis nos posibilita apreciar los diversos balances entre actividades innovativas internas y externas de los grupos intermedios, permitiendo

observar las diversas sensibilidades en relación a las complementariedades en los grupos medios.

Cluster II está caracterizado por empresas extranjeras de tamaño medio. Es un grupo con actividades innovativas internas de medias a altas, combinadas con esfuerzos externos medios; y también con un rendimiento de innovación medio. Ello fortalece la idea de que el tamaño de las empresas tiene un efecto positivo en lo que respecta a la complementariedad. Obstáculos de apropiación a la innovación podrían mitigar en este caso la producción de innovación, pero no los esfuerzos internos. El Cluster III está caracterizado por empresas nuevas y especializadas en productos, con organización de trabajo alta, pero sin una combinación eficaz de esfuerzos internos (altos) con esfuerzos externos (bajos). Esto lleva a que el grupo tenga un resultado innovador más bajo, en relación a grupo I. También los obstáculos de apropiación son pertinentes en este caso, pero no afecta la recurrencia a actividades internas. El Cluster IV está caracterizado por sobrerrepresentación de pymes predominantemente diversificadas, que recientemente comienzan a realizar esfuerzos innovativos internos. Tienen un rendimiento innovador mediano, que al parecer no es afectado por los obstáculos de apropiabilidad.

Es relevante aclarar también que estos dos puntos (otras variables significativas asociadas a la complementariedad y las distintas asociaciones entre mixes de conocimientos interno/externo y niveles intermedios de innovación), quedan obsoletas en un análisis econométrico rudo de la complementariedad, como los que caracterizan las estrategias de enfoque directo.

V. Palabras de cierre

Hemos puesto en diálogo en este artículo investigaciones previas en la dirección de estudiar la cuestión de la complementariedad entre esfuerzos internos y externos para innovar. Esta no es una cuestión trivial para las economías periféricas. La complementación entre capacidades domésticas y adquisición externa de tecnología es una cuestión central en la concepción de los procesos de desarrollo y emancipación nacional. Las políticas de desarrollo varían grandemente según las suposiciones subyacentes acerca de la medida en que los esfuerzos domésticos pueden substituirse con externos o extranjeros, o bien deben complementarse.

Por lo tanto, la cuestión debe establecerse claramente. Si la sustituibilidad es la que predomina, esto deriva en argumentos que apoyan políticas concentradas en la compra de tecnología extranjera y la atracción de capital extranjero, dado que 'es más barato

comprar la rueda, que inventarla'. Gran parte de las reformas neoliberales impulsadas por el Consenso de Washington impuestas a las economías periféricas, sustentaban sus argumentaciones en recomendaciones provenientes de teorías macroeconómicas que sencillamente dan por supuesta una relación de sustituibilidad entre fuentes de conocimiento, sin una comprobación empírica del comportamiento microeconómico involucrado. Por el contrario, si es la complementariedad la que se mantiene, la que predomina; ello tenderá a apoyar políticas de apoyo a las capacidades tecnológicas y productivas domésticas, no sólo para posibilitar una incorporación de tecnología extranjera que sea efectiva (como las nociones de capacidades de absorción señalan), sino también para desarrollar tecnologías locales que puedan ser combinadas con aquel conocimiento externo foráneo.

En este artículo damos un tono concluyente a nuestro estudio sobre las complementariedades para la innovación en el sector de software, aportando nuevos elementos para pensar los condicionantes que las afectan. En este camino, hemos desafiado en cierto modo la obsesión de la disciplina económica con una visión cerradamente econométrica, aunque yendo al caso de una problemática concreta asentada en la literatura. A lo largo de los distintos pasos de la investigación, en Morero (2013), en Morero, *et al.* (2014), en Morero, *et al.* (2015) y ahora con este avance, ha logrado mostrarse la esterilidad de las técnicas econométricas para elucidar un problema científico-académico (con implicancias políticas concretas), donde técnicas menos extendidas y consideradas como más "blandas", han logrado iluminar superadoramente; en particular qué determina o qué condiciona las complementariedades, logrando además establecer del mismo modo su existencia. Con todo, el enfoque directo, con sus testeos duros, es inequívoco, y por tanto recomendable en este último punto.

Sin embargo, todo llama a una mayor aceptabilidad en la disciplina de métodos aceptados en las otras ciencias sociales, del reconocimiento a la validez de la existencia de enfoques multi metodológicos, de abandonar la pretensión de un método universal, y de la necesidad de mantener vigente el reclamo por una mayor pluralidad en la Economía; y ya no sólo en vistas de una mayor tolerancia y democratización de la disciplina, sino incluso también pensado en el avance de la ciencia.

Anexo. Construcción de Indicadores

Innovación

Se trabajó con una versión ordinal de las variables de innovación. Ésta se computa a partir de una variable continua.

Variable continua. Es una variable aditiva que considera si la firma introdujo nuevos productos, nuevos servicios, mejoras de productos, mejoras significativas en procesos, cambios organizacionales, o desarrollo de nuevos canales comerciales; y ponderando por 1 si la innovación fue nueva solo para la empresa, y por 3 si la innovación lo es también para el mercado.

Variable ordinal. El indicador establece tres modalidades de acuerdo a la variable continua: 1 (bajo) para valores entre 0 y 5; 2 (medio) para valores entre 6 y 11; y 3 (alto) valores entre 12 y 18.

Fuentes de Conocimiento/ Actividades de Innovación

Actividades de Innovación Interna. Variable ordinal que tiene en cuenta la recurrencia con las siguientes actividades internas: Actividades internas de I+D, desarrollo de software específico para la firma, y los esfuerzos para el diseño de nuevos productos y procesos. El indicador asume el valor 3 (alto) si la empresa realiza tres de estas actividades, 2 (medio) si la empresa realiza dos de estas actividades, y 1 (bajo) si la firma realiza una o ninguna de estas actividades.

Actividades de Innovación Externa. Variable ordinal que toma en cuenta la recurrencia con las siguientes actividades externas: actividades de I+D externas, adquisición de software específico para la firma, compra de licencias, y la contratación de consultorías para innovar. El indicador asume el valor 3 (alto) si la empresa realiza tres o cuatro de estas actividades, 2 (medio) si la empresa realiza dos de estas actividades, y 1 (bajo) si la firma realiza una o ninguna de estas actividades

Variables Estructurales y Organizacionales

Tamaño. Indicador continuo que refleja el número de empleados de la firma.

Origen del Capital. Variable *dummy*. Adopta 1 si la firma tiene una participación de capital extranjero es mayor al 50%, y 0 si la participación es inferior a 50%.

Perfil Exportador. Variable continua que representa el porcentaje de las exportaciones en la venta en 2010.

Competencias. Indicador Ordinal. Tiene en cuenta si la firma tiene una estructura de I+D, estructura de entrenamiento/ capacitación, o Certificación de Estándares de Calidad. Adopta 1 (bajo) si la firma tiene solo uno de estos aspectos, 2 (medio) si la firma tiene dos de estos aspectos, y 3 (alto) si la firma tiene tres de estos aspectos.

Vinculaciones Externas. Variable ordinal que toma en cuenta las interacciones que realice la firma en proyectos de I+D colectivos, acciones comerciales colectivas, asistencia técnica o de calidad. El indicador asume el valor 3 (alto) si la empresa interactúa con otros agentes para tres o cuatro tipos de interacciones, 2 (medio) si la empresa interactúa para dos tipos, y 1 (bajo) si la firma interactúa solo en 1 de esos tipos de vinculaciones o no interactúa con ningún agente.

Especialización. Se construyeron tres variables *dummy* de acuerdo a la especialización productiva de la firma, considerando el origen de sus ventas:

- **Especializada en Productos.** Variable *dummy*. Adopta 1 si la venta de productos propios representa más del 60% de sus ventas.
- **Especializada en Servicios.** Variable *dummy*. Adopta 1 si la provisión de servicios representa más del 60% de sus ventas.
- **Diversificada.** Variable *dummy*. Adopta 1 si la provisión de servicios representa entre el 40% y 60% sus ventas, al igual que la participación de las ventas de productos.

Antigüedad. Se construyeron tres variables *dummy* que representan las firmas creadas antes de 1991, entre 1991 y 2001 y después de 2001:

- **Pre Convertibilidad.** Variable *dummy*. Asume 1 si la firma se creó antes de 1991 (período de pre-convertibilidad).
- **Convertibilidad.** Variable *dummy*. Asume 1 si la firma se creó entre 1991 y 2001 (período de convertibilidad).
- **Post Convertibilidad.** Variable *dummy*. Asume 1 si la firma se creó después de 2001 (período de pos-convertibilidad).

Organización del trabajo. Variable ordinal. Empleo de metodologías ágiles en nuevos productos, servicios o desarrollo de procesos. Adopta 1 (bajo) si la firma no utiliza

CREATIVIDAD, INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN PYMES (PARTE II)

metodologías ágiles, 2 (media) si la firma utiliza metodologías ágiles eventualmente, y 3 (alto) si la firma siempre utiliza metodologías ágiles.

Variables de obstáculos a la innovación y ambiente de negocios

Obstáculos Financieros. Importancia de las dificultades para acceder a financiamiento para innovar (restricciones formales), medida en escala Likert (1 a 5). Variable ordinal que asume 1 cuando la escala likert es 1 o 2, asume 2 cuando la escala likert es 3, y asume 3 cuando la escala likert es 4 o 5.

Obstáculos de habilidades internas. Importancia de la dificultad en conseguir personal calificado para innovar, medida en escala Likert (1 a 5). Variable ordinal que asume 1 cuando la escala likert es 1 o 2, asume 2 cuando la escala likert es 3, y asume 3 cuando la escala likert es 4 o 5.

Obstáculos de Apropiabilidad. La importancia de la copia como un obstáculo de la innovación, medida en escala Likert (1 a 5). Variable ordinal que asume 1 cuando la escala likert es 1 o 2, asume 2 cuando la escala likert es 3, y asume 3 cuando la escala likert es 4 o 5.

Incertidumbre sobre la demanda de innovación. Importancia de la incertidumbre sobre la respuesta de la demanda del Mercado a nuevos productos, medida en escala Likert (1 a 5).

Ambiente de Recursos Humanos. Percepción de las empresas de la calidad de los recursos humanos en Argentina, medida en escala Likert: 1 (percepción negativa) a 5 (percepción positiva).

Variables de política

Fontar. Variable *dummy*. Adopta 1 si la firma obtuvo financiamiento del programa Fondo Tecnológico de Argentina (FONTAR).

Fonsoft. Variable *dummy*. Adopta 1 si la firma obtuvo financiamiento del programa Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT).

Ley de Software. Variable *dummy*. Adopta 1 si la firma obtuvo los beneficios de la Ley de Software.

Referencias Bibliográficas

Agresti, A. y Kateri, M. 2011. *Categorical data analysis*. Springer.

Álvarez, I.; Morero, H. A. y Ortiz, P. 2013. "Knowledge Sources Complementarities in Argentina's Production Networks", XVIII Reunión Anual Red Pymes Mercosur, Resistencia, Argentina: 25-27 Septiembre.

Arora, A. y Gambardella, A. 1990. "Complementarity and External Linkages: The Strategies of the Large Firms in Biotechnology". *The Journal of Industrial Economics* 38(4), 361-79.

_____. 1994. "Evaluating technological information and utilizing it: Scientific knowledge, technological capability, and external linkages in biotechnology". *Journal of Economic Behavior & Organization*, 24(1), 91-114.

Arrow, K. 1962. "Economic welfare and the allocation of resources for invention", en R. Nelson, *The rate and the direction of inventive activity*. Princeton Un. Press.

Audretsch, D. B.; Menkveld, A. J. y Thurik, A. R. 1996. "The Decision Between Internal and External R & D". *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 152(3), 519-30.

Basant, R. y Fikkert, B. 1996. "The Effects of R&D, Foreign Technology Purchase, and Domestic and International Spillovers on Productivity in Indian Firms". *Review of Economics and Statistics*, 78(2), 187-99.

Blonigen, B. A. y Taylor, C. T. 2000. "R&D Intensity and Acquisitions in High-Technology Industries: Evidence from the US Electronic and Electrical Equipment Industries". *The Journal of Industrial Economics* 48(1), 47-70.

Braga, H. y Willmore, L. 1991. "Technological Imports and Technological Effort: An Analysis of their Determinants in Brazilian Firms". *The Journal of Industrial Economics* 39(4), 421-32.

Cassiman, B. y Veugelers, R. 2006. "In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition". *Management Science*, 52(1), 68-82.

_____. 2002. "R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium". *The American Economic Review*, 92(4), 1169-84.

Coase, R. H. 1937. "The Nature of the Firm". *Economica*, 4(16), 386-405.

Cohen, W. y Levinthal, D. 1989. "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D". *EJ*, 99(397), 569-96.

Deolalikar, A. B. y Evenson, R. E. 1989. "Technology Production and Technology Purchase in Indian Industry: An Econometric Analysis". *The Review of Economics and Statistics*, 71(4), 687-92.

- Doloreux, D. 2015. "Use of internal and external sources of knowledge and innovation in the Canadian wine industry". *Canadian Journal of Administrative Sciences/Revue Canadienne des Sciences de l'Administration*, 32(2), 102-12.
- Fikkert, B. T. 1994. *An open or closed technology policy?: India's regulation of technology licenses, foreign direct investment, and intellectual property*. Yale Univ.,
- Freeman, C. 1974. *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books.
- Freeman, C. y Soete, L. 1997. *The economics of industrial innovation*, 3rd ed. London: Pinter.
- Grossman, S. J. y Hart, O. D. 1986. "The costs and benefits of ownership: A theory of vertical and lateral integration". *The Journal of Political Economy*, 691-719.
- Hagedoorn, J. y Wang, N. 2012. "Is there complementarity or substitutability between internal and external R&D strategies?". *Research policy*, 41(6), 1072-83.
- Hou, J. y Mohnen, P. 2013. "Complementarity between In-house R&D and Technology Purchasing: Evidence from Chinese Manufacturing Firms". *Oxford Development Studies*, 41(3), 343-71.
- Jaffe, A. B. 1986. "Technological Opportunity and Spillovers of R & D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value". *The American Economic Review*, 76(5), 984-1001.
- Jensen, M. B.; Johnson, B.; Lorenz, E. y Lundvall, B. Å. 2007. "Forms of knowledge and modes of innovation". *Research policy*, 36(5), 680-93.
- Lokshin, B.; Belderbos, R. y Carree, M. 2008. "The Productivity Effects of Internal and External R&D: Evidence from a Dynamic Panel Data Model". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70(3), 399-413.
- Love, J. H. y Roper, S. 2001. "Location and network effects on innovation success: evidence for UK, German and Irish manufacturing plants". *Research policy*, 30(4), 643-61.
- Malerba, F. y Nelson, R. R. 2011. "Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries". *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1645-75.
- Milesi, D. 2006. "Patrones de innovación en la industria manufacturera argentina", Buenos Aires, Argentina: LITTEC, UNGS,
- Mohnen, P. y Röller, L.-H. 2005. "Complementarities in innovation policy". *European Economic Review* 49(6), 1431-50.
- Morero, H. A. 2013. "Innovation Complementarities in the Argentina's Software sector", 7th Conference on Micro Evidence on Innovation in Developing Economies, Santiago de Chile: 7-8 de Noviembre.

Morero, H. A.; Ortiz, P. y Motta, J. 2015. "The determinants of innovation complementarities in the software sector. Evidence from Argentina", 13th Globelics International Conference. , La Habana, Cuba, 23-25 de Septiembre de 2015.:

Morero, H. A.; Ortiz, P. y Wyss, F. 2014. "Make or Buy to innovate in the Software sector". Pymes, Innovación y Desarrollo, 2(3), 79-99.

Morineau, A. 1984. "Note sur la caractérisation statistique d'une classe et les valeurs-tests". Bulletin Technique Centre Statistique Informatique Appliquées, 2(1-2), 20-27.

Motta, J.; Morero, H. A. y Llinás, I. 2007. "Procesos de aprendizaje y de acumulación de conocimiento en las empresas autopartistas argentinas", XII Red PyMes MERCOSUR, Campinas, Brazil: 11-13 de Octubre.

Mytelka, L. K. 1978. "Licensing and technology dependence in the Andean group". World Development, 6(4), 447-59.

Pisano, G. P. 1990. "The R&D boundaries of the firm: an empirical analysis". Administrative Science Quarterly, 153-76.

Schmiedeberg, C. 2008. "Complementarities of innovation activities: An empirical analysis of the German manufacturing sector". Research policy, 37(9), 1492-503.

Suarez, D. 2015. "Innovative strategies: when path dependence turns into path creation. Innovation and performance in the Argentinean manufacturing sector". globelics Working Paper Series No. 2015-04, ISBN: 978-87-92923-09-7, <http://www.globelics.org/wp-content/uploads/2015/08/GWP-2015-04.pdf>.

Teece, D. J. 1986. "Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy". Research policy, 15(6), 285-305.

Teece, D. J.; Pisano, G. y Shuen, A. 1997. "Dynamic capabilities and strategic management". Strategic management journal, 18(7), 509-33.

Veugelers, R. 1997. "Internal R&D expenditures and external technology sourcing". Research policy, 26(3), 303-15.

Veugelers, R. y Cassiman, B. 1999. "Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms". Research policy, 28(1), 63-80.

Von Hippel, E. 2007. The sources of innovation. Springer.

Williamson, O. 1985. The economic institutions of capitalism: Firms, markets, relational contracting. NY.