



UNSAM

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS SOCIALES

MAESTRÍA EN DESARROLLO ECONÓMICO

***El rol del Sector Público como Usuario Avanzado en el
Desarrollo Tecnológico: el caso de las PyMEs en
Argentina***

Maestranda: Mariana Minervini

Director: Pablo Lavarello

Co-Director: Luis A. Trajtenberg

Buenos Aires, 10 de Abril de 2015

***El rol del Sector Público como Usuario Avanzado en el Desarrollo
Tecnológico: el caso de las PyMEs en Argentina.***

Mariana Minervini¹

Director: Pablo Lavarello²

Co-director: Luis A. Trajtenberg³

¹Lic. en Economía (UNLP). Becaria de la Maestría en Desarrollo Económico (UNSAM).
Contacto: marianaminervini03@gmail.com

² Lic. en Economía (UNLP). Doctor en Ciencias Económicas Université Paris XIII. Investigador
CEUR-CONICET.

³ Lic. en Economía (UBA). Magister en Economía (UDES).

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a todos los que ayudaron en el proceso de investigación de la presente tesis. A mis compañeros, que me acompañaron en el intenso recorrido de cursada de la Maestría en Desarrollo Económico. A Martín Abeles y las autoridades del IDAES UNSAM por la generación de un espacio indispensable de conocimiento a los problemas de desarrollo económico. A los profesores de la maestría que brindaron su conocimiento y su predisposición a trabajar en equipo. A Pablo Lavarello por su dedicación, indispensable orientación y encausamiento de las preguntas de investigación. A Luis Trajtenberg, por sus indispensables aportes para elaborar la metodología de estudio. A los profesores de la orientación de Microeconomía Dinámica y Cambio Tecnológico, Verónica Robert y Gabriel Yoguel por ser una fuente indispensable de preguntas de investigación. A Carla Campagnale por ser fundamental en el funcionamiento en la maestría y por su apoyo incondicional hacia todos los alumnos. A mi familia, a mis amigos por la contención en este camino.

El rol del Sector Público como Usuario Avanzado en el Desarrollo Tecnológico: el caso de las PyMEs en Argentina.

Resumen

La presente investigación busca analizar desde una perspectiva teórica y empírica los determinantes de la innovación a nivel de la firma, basándose en la importancia de las interacciones proveedores - usuarios y particularmente en el rol del Sector Público como usuario avanzado de tecnologías. Dentro de este marco, esta tesis busca analizar las compras públicas para la innovación (CPI), en tanto instrumento destacado del Sector Público para contribuir al desarrollo tecnológico en un país en proceso de *catching up* como es el caso de Argentina. Para ello se utilizó una metodología econométrica y de evaluación de impacto para analizar los estímulos a la innovación, los efectos en la productividad y generación de empleo a partir de datos de corte transversal para el año 2008 de PyMEs en Argentina. La evidencia hallada sugiere que los procesos de innovación estimulados por una política tecnológica de generación de capacidades no se ven plenamente potenciados en la medida que no estén acompañados por la existencia del sector público como usuario avanzado de innovaciones. En forma complementaria la evidencia también sugiere que el cambio tecnológico no solo incrementa la productividad laboral sino que la incorporación de innovaciones en producto y proceso también influencia la generación de empleo en las PyMEs Argentinas para el año considerado.

Índice

I.	Introducción	7
II.	Marco Teórico	12
1.	Perspectivas teóricas e históricas de la Innovación	12
2.	El enfoque de Sistemas Nacionales de Innovación	15
2.1.	Componentes del Sistema Nacional de Innovación	20
2.1.1.	La Organización de las instituciones Públicas de Ciencia y Técnica	22
2.1.2.	La Organización Interna de las Empresas	22
2.1.3.	La Configuración Institucional del Sector Financiero	23
2.1.4.	Las Relaciones Usuario-Productor.....	25
3.	El Sector Público como marcador del ritmo y la dirección del cambio tecnológico	28
3.1.	Orientaciones de la Compra Pública	31
3.2.	Definición y Tipos de Compras Públicas de Innovación (CPI).....	35
3.2.1.	Según el tipo de usuario final de la innovación	37
3.2.2.	Según el propósito de la compra o naturaleza del resultado de innovación	38
3.2.3.	Contratación Pública Pre Comercial como espacio de interacción entre políticas de innovación de oferta y de demanda.	41
III.	Metodología de Análisis	49
1.	Datos	49
2.	Relaciones de interés	50
2.1.	Variables Dependientes	60
2.2.	Variables Independientes.....	66
2.3.	Variables de Control.....	67

2.4.	Estadísticas Descriptivas	67
3.	Estrategia de Identificación	69
3.1.	Modelo no lineal de probabilidad (Probit)	70
3.2.	Modelos de Evaluación de Impacto	72
3.2.1.	Estimadores de Emparejamiento.....	75
3.2.2.	Estimadores del Efecto Tratamiento	78
IV.	Resultados Empíricos	83
1.	Determinantes de la Innovación en las PyMEs.....	83
2.	Efectos parciales en la Innovación	86
3.	Determinantes de la Intervención del Sector Público.....	88
4.	Impactos sobre el Desempeño de las PyMEs	91
V.	Reflexiones Finales	95
VI.	Bibliografía	99
VII.	Anexo	106

I. Introducción

El desarrollo tecnológico alcanzado por los países centrales, se basó en la capacidad del sector público para diseñar e implementar políticas de innovación selectivas orientadas a impulsar su trayectoria hacia la frontera tecnológica. De esta forma lograron concentrar sus esfuerzos en promover un perfil productivo consistente con los nuevos paradigmas tecnológicos, desafiando en mayor o menor grado el patrón de especialización basado en sus ventajas comparativas (Cimoli, Dosi, Nelson y Stiglitz, 2006; Dosi, Tyson y Zysman, 1989).

Específicamente, estos autores señalan que el aprendizaje tecnológico se logró en forma sistemática a través de políticas con capacidad de influenciar: las capacidades tecnológicas de las empresas y el ritmo con que éstas aprenden así como también a los recursos humanos; las señales económicas que enfrentan las empresas incluyendo señales de rentabilidad y de costos de oportunidad; la selectividad y el acceso efectivo al mercado interno mediante el rol de las compras públicas y las formas en las que las empresas interactúan mediante la organización en redes, clusters y con las instituciones (Cimoli et al., 2006).

Es relevante destacar que el espacio en que dichas acciones se cristalizan es el de Estado-Nación, caracterizado en la literatura por el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI). Inspirado en la concepción desarrollada por Friedrich List de “Sistema Nacional de Economía Política” (List, 1841), el SNI hace referencia a la importancia de las articulaciones intersectoriales y a los aprendizajes tecnológicos resultantes de la interacción entre proveedores y usuarios de tecnologías en el espacio nacional (Freeman, 1991; Lundvall, 1992; Lundvall, Johnson, Andersen y Dalum, 2002). Desde esta perspectiva, el enfoque de innovación como proceso interactivo dentro del sistema nacional de producción e innovación no se analiza como un proceso lineal, sino como un conjunto de interacciones y *feedbacks* entre los distintos componentes del sistema (Kline y Rosenberg, 1986).

Dentro de este marco las acciones de política no se limitaron solamente a la generación de capacidades tecnológicas sino que exigieron tener en cuenta la incertidumbre asociada a los procesos de innovación y el rol clave que ha jugado el sector público como coordinador de los mismos. En las economías industriales avanzadas, el sector público se ha constituido como fuente de dinamismo a la innovación y quien ha tomado la iniciativa inicial en el desarrollo de sectores basados en ciencia y tecnología (CYT). A lo largo de la historia del cambio tecnológico se verifica una activa intervención en la industria aeronáutica, la energía nuclear, el sector informático, además de haber sido una fuente relevante para la creación de tecnologías básicas como es el caso de la creación de internet, el desarrollo de biotecnologías y de nanotecnologías. De esta forma el sector público es quien toma la incertidumbre inicial e impulsa el desarrollo de sectores estratégicos, dada la aversión al riesgo del sector privado en inversión inicial en actividades de I+D altamente riesgosas y de largo plazo que caracterizan a sectores basados en tecnología (Mazzucato, 2011).

Aun en el caso de la industria Biofarmacéutica de Estados Unidos, caracterizada por una configuración institucional que garantiza la propiedad intelectual y proclive a la privatización del conocimiento, su liderazgo a nivel internacional se explica no solo por otorgar financiamiento a sus organismos de ciencia y técnica nacionales, por el surgimiento de un segmento de capitales de riesgo o por la emergencia de pequeñas empresas biotecnológicas, sino también por el sostenimiento de un mercado originado en la compra estatal de biotecnologías y el diseño de barreras regulatorias que protegen a las grandes empresas locales (Orsenigo, 1999; Pisano, 2006; Mazzucato, 2011; Gutman y Lavarello, 2014).

A pesar de la relevancia que reviste el sector público como potencial usuario de innovaciones y más allá de los estudios sobre los sistemas sectoriales de innovación que hacen referencia a aspectos regulatorios, no ha atraído la mayor atención en la literatura de Sistemas Nacionales de Innovación (Malerba, 2002)⁴. La excepción es la de ciertos

⁴ Esta oscuridad analítica puede exceptuarse en los casos de compras públicas dentro de la industria nacional militar, de salud y telecomunicaciones (Mazzucato 2011; Teitel, 2008; Rutan,

autores inspirados en la experiencia escandinava y que sostienen que en todo Sistema Nacional de Innovación, el sector público juega un rol central como marcador del camino (*pacer*) de estos procesos mediante las compras públicas de innovaciones (Gregersen, 1992; Edquist y Hommen 1998; 1999; Edquist y Zabala, 2012; 2013;). A los efectos de esta investigación, interesa particularmente el rol del sector público en un país en desarrollo como usuario demandante de tecnologías, dada la mayor incertidumbre tecnológica y de mercado que enfrenta la innovación de nuevos productos y procesos en países en desarrollo. Siguiendo esta línea de argumentación, Jan Fagerberg (1992) sostiene como hipótesis la necesidad de contar con un mercado doméstico demandante de productos tecnológicos de carácter sofisticado a fin de consolidar la competitividad de la firma en sectores de alta tecnología. De esta forma, el sector público mediante compra estatal podría favorecer la dinámica innovativa de las firmas a través de su tamaño y calidad, complementando sus instrumentos de política tecnológica. A pesar de estos aportes distintivos a la literatura del cambio tecnológico y el aprendizaje interactivo los trabajos se han concentrado principalmente en las experiencias de países desarrollados.

A partir de estas consideraciones generales, el interrogante que plantea la presente investigación es analizar en *qué medida las innovaciones de las PyMEs en Argentina se encuentran potenciadas por la implementación tanto de políticas de innovación que estimulen las capacidades tecnológicas de las empresas como de la existencia de usuarios líderes, entre ellos el sector público mediante la compra estatal*. Asociado a ello analizar *cuál es el impacto de estas decisiones de innovación sobre el desempeño de las firmas*.

La estructura del trabajo se organiza de la siguiente manera. La segunda sección corresponde al marco teórico propuesto y la tercera sección corresponde a la metodología de análisis, ambas partes organizadas en tres capítulos.

En el primer capítulo del marco teórico se parte de una definición de innovación como proceso interactivo en donde toma relevancia la interacción entre usuarios y productores como fuente de innovación. Posteriormente, en el segundo capítulo se avanza sobre la

2005, Edquist y Hommen, 1998; Edquist y Hommen 1999; Edquist y Zabala 2012; 2013; Aschhoff y Sofka; 2009).

utilidad del marco de Sistema Nacional de Innovación (SNI) dada la concepción interactiva del cambio tecnológico como proceso imbricando en las estructuras de producción y la configuración institucionales de un Estado-Nación. Luego se mencionan los diferentes componentes del SNI y en particular se focaliza el análisis en las relaciones usuario – productor.

El tercer capítulo profundiza sobre el objeto de investigación de esta tesis, indagar sobre el rol que ha jugado el sector público como usuario avanzado de innovaciones en el desarrollo tecnológico. Particularmente, se analiza este rol mediante las compras públicas de innovación como instrumento de política orientado desde la demanda. Más adelante, se profundiza sobre las orientaciones de las compras públicas de innovación que se consolida como explicación central para desestimar el conocido argumento de intervención por fallas de mercado que postula la teoría dominante como único espacio para la generación de políticas públicas de innovación. Se hace mención en esta sección de las capacidades tecnológicas y el volumen de demanda necesario para fijar metas de desempeño en base a calidad en el sector privado y así contribuir a un desarrollo tecnológico arraigado en metas sociales.

Luego se avanza sobre una clasificación de compras públicas de innovación según criterios basados en el tipo de usuario final o la naturaleza desarrollista o difusora que se desprende como resultado del proceso de compra pública. Por último, se presenta una discusión en el que se analiza la contratación pública pre comercial como espacio de interacción o de mix de política entre las políticas de innovación de demanda y de oferta que genera una tercer categoría de política: la política de financiamiento de I+D orientada desde la demanda.

En la tercera sección se presenta la metodología empírica. La misma se ordena en torno a la agenda planteada por Angrist y Pischke (2008) para el manejo de micro datos. Se comienza describiendo la fuente de información utilizada y luego se explicitan las relaciones de interés de la presente investigación. En esta sección se presentan las estadísticas descriptivas de la muestra a utilizar y una descripción detallada de la construcción de las variables dependientes de innovación en torno al análisis de Principal

Componente que es de utilidad para construir el patrón de innovación de las PyMEs en Argentina. Luego se mencionan las variables independientes representativas de las políticas de innovación de oferta y de los usuarios de innovaciones de la PyMEs en Argentina conjuntamente con una descripción de las variables de control a utilizar en los modelos econométricos. Por último, se presenta la estrategia de identificación y modelos econométricos a utilizar en donde se especifican los modelos *probit* y de evaluación de impacto que idealmente capturan los determinantes de las decisiones de innovar y el impacto que tiene la innovación en la productividad laboral y la generación de empleo en las PyMEs Argentinas.

En la cuarta sección se presentan los resultados finales obtenidos de las estimaciones y por último en la quinta sección se presentan las reflexiones finales y las conclusiones del presente trabajo de investigación.

II. Marco Teórico

1. Perspectivas teóricas e históricas de la Innovación

Las innovaciones constituyen procesos de búsqueda, descubrimiento y resolución de problemas que se caracterizan por la creciente complejidad e incertidumbre que implica alcanzar el éxito en el mercado. Las innovaciones no son el resultado de combinaciones puramente técnicas sino que forman parte de un componente más amplio o “socio técnico” que las exceden e influyen su performance final. En el proceso de innovación se constituyen como componentes críticos tanto las oportunidades tecnológicas, las retroalimentaciones con los usuarios de innovaciones como la combinación de elementos técnicos y de diseño tal que satisfagan las necesidades de los usuarios finales de la innovación (Dosi, 1988; Kline y Rosenberg, 1986)⁵.

Desde una perspectiva que reconoce la importancia de las interacciones y retroalimentaciones desde el mercado, Kline y Rosenberg (1986) intentan construir un abordaje de innovación que examine su naturaleza sin perder de vista la importancia que tienen las instituciones en el cambio tecnológico. Se propone dentro de este enfoque a la innovación como un proceso complejo, incierto que permite fracasos y senderos de retroalimentación (*feedbacks*) con los usuarios de las innovaciones como parte del proceso de aprendizaje. El énfasis no está en el stock de I+D, tal como sugiere el modelo lineal de innovación, desde la ciencia a la I+D y de allí a las aplicaciones sino en un proceso de innovación interactivo y de difusión en la economía.

En este marco Johnson (1992) establece que el ritmo y dirección del cambio tecnológico pueden ser entendidos como el resultado del aprendizaje interactivo imbricando en la configuración institucional y en la estructura productiva de una sociedad. La influencia de las instituciones en los procesos de aprendizaje y la innovación también se entienden

⁵Las interacciones entre oportunidades tecnológicas y las condiciones de mercado no han sido analizadas por la corriente principal de la economía, que relega el proceso innovativo dentro de la firma a una “caja negra” prestando sólo atención a las relaciones entre los insumos y los productos bajo supuestos de buen comportamiento de funciones de producción (Johnson, 1992).

como todas aquellas ideologías, normas sociales, hábitos y reglas que la sociedad utiliza para relacionarse bajo un contexto de incertidumbre (Freeman, 1992).

En forma preliminar Schumpeter (1912), consideró el rol de los bancos en una sociedad y la importancia de las instituciones para salir del equilibrio general y que la economía asuma un proceso de desenvolvimiento endógeno. Esta perspectiva endógena del cambio tecnológico se refuerza cuando los procesos económicos se estudian desde una dinámica de causación acumulativa y no como un proceso exógeno en equilibrio estático⁶ (Dosi, 2013). Se desprende de estos enfoques que la innovación es un proceso histórico-económico generado de manera endógena por la estructura de producción y no un de cambio exógeno como lo apunta la teoría neoclásica.

Para comprender la naturaleza de la innovación es de relevancia entender cómo se fueron sucediendo a lo largo de la historia del cambio tecnológico. La dimensión cuali-cualitativa del proceso histórico que permitió a ciertos países estar en la frontera tecnológica es de importancia clave para aquellos países que aún están atravesando procesos de *catching up*. Más específicamente, se describe a continuación como la interacción entre oportunidades tecnológicas y los requerimientos de los usuarios finales de innovaciones se constituyeron como fuentes de progreso técnico en la industria de maquinaria especializada de Estados Unidos en el período comprendido entre 1840 y 1910⁷ (Rosenberg, 1976).

El surgimiento de la industria de maquinaria estadounidense fue el resultado de la resolución de problemas y requerimientos de los usuarios finales de maquinaria especializada. Uno de los hitos más relevantes del proceso de industrialización norteamericano fue el surgimiento de firmas destinadas a desarrollar las capacidades y

⁶ Desde una configuración neoclásica, la producción de tecnología y las innovaciones se realizan en forma exógena y se difunde libremente en todo el sistema económico. De esta forma no se considera la variedad en las fuentes de innovación así como tampoco sus usos y naturaleza (Pavitt, 1984).

⁷ La secuencia histórica de la producción de armas hacia la producción de máquinas de coser y de allí a la de bicicletas y automóviles sirve para entender la naturaleza del cambio tecnológico en Estados Unidos como un elemento secuencial y endógeno.

conocimientos necesarios para la producción de maquinaria que dé respuesta a los requerimientos específicos de la demanda (Rosenberg, 1976).

Esta dinámica permitió el surgimiento de una “convergencia tecnológica” entre usuarios de diferentes sectores en el cual las nuevas capacidades o habilidades adquiridas en la resolución de problemas productivos del sector de maquinaria se difundieron en aplicaciones hacia sectores diversos. La base tecnológica compartida para la resolución de problemas productivos permitió la difusión de nuevas técnicas a industrias disímiles en principio como la industria armamentística, de máquinas de coser, la bicicleta y los automóviles

La secuencia de capacidades adquiridas comenzó en la producción armamentística en donde se crearon herramientas y accesorios que se pudieron utilizar en la producción de metales que posteriormente convergieron con los requerimientos técnicos de la industria de máquinas de coser. En forma similar, la industria de la bicicleta desarrolló múltiples innovaciones que sirvieron posteriormente como base para el nacimiento de la industria automotriz. Desde los requerimientos de la industria automotriz en cuanto a la maquinación automática se generó la mayor demanda de maquinaria especializada que permitió la expansión y difusión de este sector en la industria estadounidense.

En síntesis, dada la naturaleza de la innovación discutida anteriormente y el rol que ha cumplido en la historia del cambio tecnológico de Estados Unidos se puede inferir que la trayectoria tecnológica estuvo asociada a la interacción entre los productores y usuarios, logrando difundir el progreso tecnológico hacia otras industrias. En este marco, la innovación se desarrolla como un proceso continuo e interactivo entre productores y usuarios y no como un evento discreto de iguales características para cada experiencia histórica. Por lo tanto, de estos enfoques se desprende la posibilidad que los países difieran en sus trayectorias y configuraciones institucionales estructurando Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) específicos para cada país.

2. El enfoque de Sistemas Nacionales de Innovación

Dada la concepción interactiva del cambio tecnológico como proceso imbricado en las estructuras de producción y las configuraciones institucionales del Estado-Nación, en esta sección se discutirá la utilidad del marco de Sistema Nacional de Innovación (SNI) como enfoque sistémico de innovación (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Freeman 1995). En este recorrido se mencionarán características generales y antecedentes del concepto así como también algunos ejemplos en perspectiva histórica de países desarrollados para posteriormente, abordar los componentes del sistema.

En el marco de un abordaje metodológico histórico-inductivo varios de los trabajos inspirados en el concepto de Sistema Nacional de Innovación darán centralidad a la interacción proveedor-usuario como elemento complementario a las políticas científicas y tecnológicas para estimular los procesos de aprendizaje e innovación hacia el interior de las firmas (Lundvall, 1988; Edquist y Lundvall, 1992). Inspirados en el concepto de “Sistema Nacional de Economía Política” de Friedrich List consideran al Estado-Nación como el espacio de aprendizaje tecnológico, diferenciándose de las visiones neoclásicas según las cuales los países son meros espacios cerrados de dotaciones factoriales con libre acceso a la tecnología⁸.

En primer lugar, es de importancia señalar que estos trabajos parten de una concepción de racionalidad de los agentes que difiere de la visión de racionalidad sustantiva propia de los enfoques marginalistas. Esta concepción hace hincapié en la forma de resolución de problemas y a la racionalidad procedural desarrollada por Simon (1976). Desde esta perspectiva la racionalidad no consiste en hallar la solución a un problema bajo condiciones preestablecidas, sino que las firmas se enfrentan a contextos complejos y con incertidumbre. Luego, la innovación solo es concebible como proceso de aprendizaje y

⁸ El concepto de “Sistema Nacional de Economía Política” nace en respuesta a la teoría de libre comercio y de acumulación de la riqueza de Adam Smith en aquellos países que comercializaban libremente. La importancia de las “construcción de las capacidades productivas de la Nación” se difundió complementariamente al conocido argumento de la protección a la industria naciente y así se plantaron las bases ideológicas para acelerar la industrialización alemana y ganar superioridad tecnológica con respecto a Inglaterra.

creación para adaptarse al contexto en el seno de las organizaciones y los sistemas. En segundo lugar, asumen gran importancia las instituciones no mercantiles (*non market institutions*) y las fronteras nacionales *vis a vis* la concepción de mercados puros de transacciones anónimas entre oferentes y demandantes. De allí se desprende que los intercambios de conocimiento no pueden reducirse a un conjunto acotado de señales de precios y que requieren de un alto grado de organización.

El concepto de Sistema Nacional de Innovación se extendió por fuera del ámbito académico y fue adoptado como marco analítico en el diseño de política de ciencia y tecnología demostrando ser una noción que da respuesta a una serie de necesidades que la visión reduccionista de la corriente principal no permite tener en cuenta. Esta ventaja radica en dos aspectos. Por un lado, al incorporar la concepción estructural de la competitividad, el enfoque de SNI permite superar el concepto de competitividad, altamente sesgado a un enfoque que se limita al análisis de costos laborales y precios de los factores y que impide explicar los procesos de *catching up* específicos a distintas experiencias nacionales (Chudnovsky y Porta, 1991). Por otro lado, un concepto integrador como el de SNI sirve no solo para entender el proceso de innovación a nivel microeconómico sino que amplía sus aplicaciones a visiones interesadas en el desarrollo económico y en la importancia del mercado doméstico para asegurar la competitividad estructural⁹ (Lundvall et al., 2002).

Además de estos elementos prácticos, se advierte en el recorrido de antecedentes de la literatura de SIN que confluyen una vasta (y heterogénea) gama de enfoques teóricos. Estos abordajes van desde las teorías evolucionistas hasta los enfoques de innovación como proceso interactivo derivado de la Universidad de Sussex (SPRU) y de la influencia de las instituciones en los sistemas de innovación (Nelson y Winter, 1982; Freeman, 1995; Lundvall, 1988; 1992). Sin embargo, es interesante destacar que una de las mayores

⁹ Cabe interrogarse por qué el concepto de SNI asume su mayor desarrollo en el marco de procesos en que la mundialización del capital pone en tensión las capacidades nacionales de aprendizaje en el espacio nacional, situación paradójica que debe buscarse en los análisis que refuerzan la importancia de la política tecnológica e industrial frente al creciente peso de las Empresas Multinacionales (Chesnais, 1992; Lavarello, 2004).

influencias al enfoque de SNI provino de la literatura francesa de polos de desarrollo que en paralelo a los aportes de la corriente estructuralista hizo hincapié en la importancia para el cambio tecnológico de los efectos asimétricos del desarrollo (Perroux, 1950; 1955; Hirschman, 1958). De esta forma la literatura de SNI surge de la combinación de los enfoques precursores del desarrollo de crecimiento desequilibrado y eslabonamientos¹⁰ industriales para la creación de nuevas actividades con la teoría de innovación schumpeteriana (Lundvall et al. 2002).

Si bien actualmente tiene amplia difusión, este enfoque fue retomado recientemente con el nombre de Sistema Nacional de Innovación que hace hincapié en las especificidades de cada país y en la organización e interacción de sus componentes para alcanzar las innovaciones (Lundvall, 1992; Freeman, 2004). Se reconoce la importancia de volver a las fuentes de las escuelas de la competitividad nacional, en donde se introduce como fuente fundamental de cambio tecnológico no solo a la infraestructura de ciencia y tecnología sino también aquellas políticas adecuadas para conseguir el liderazgo tecnológico a nivel de firmas y de naciones. Bajo este enfoque la tecnología no se dispone libremente en la misma magnitud para todos los países sino que existen barreras de I+D, restricciones en las capacidades que deben adquirir los países para su desarrollo, economías a escala dinámicas, sistemas de patentes y licencias que impiden su apropiación. Además se establece la importancia de la coordinación entre el descubrimiento de la nueva tecnología y el conocimiento científico con la identificación de sus potenciales aplicaciones en el mercado.

Resulta relevante entender en perspectiva histórica el concepto de SNI abarcando brevemente algunos ejemplos de países actualmente desarrollados. Es importante distinguir que estos países sentaron sus SNI como fuente de competitividad nacional en base al aprendizaje interactivo en la dimensión productor-usuario más allá de simples relaciones de mercado (Lundvall 1985, 1992). En estas experiencias se evidencia un trayectoria que no solo da lugar al fortalecimiento de un sistema científico y tecnológico

¹⁰ La importancia de eslabonamientos anteriores fue incorporada para analizar la influencia de los usuarios en la determinación de nuevas especificaciones que den como resultado nuevas tecnologías como parte de la interacción entre productores y usuarios (Hirschman, 1958).

arraigado en la capacidad de mejorar innovaciones sino también a la interacción con el mercado y firmas relacionadas (subcontratistas y oferentes de materiales y servicios) en base a impulsos de la demanda en términos cualitativos y cuantitativos (Lundvall, 1988).

En la historia del cambio tecnológico se puede advertir dos innovaciones institucionales relevantes en el manejo de nuevas tecnologías que dieron respuestas a la creciente complejidad de la industria eléctrica y química en la segunda mitad del siglo XIX en Alemania y Estados Unidos. Estos cambios se refieren a la introducción del laboratorio de I+D dentro de las empresas y la creación de los “Institutos de tecnología” para la educación profesional de ingenieros (Freeman, 1995). Fueron estas innovaciones institucionales que le dieron a Alemania y Estados Unidos la capacidad de difundir y producir innovaciones con una eficacia mayor que Gran Bretaña antes de la Primera Guerra Mundial.

En primer lugar, Alemania desplegó una serie de instituciones científicas y técnicas orientadas a la formación de ingenieros y un SNI capaz de brindar apoyo y conocimiento a cualquier industria que necesite utilizar nuevas tecnologías. Estas instituciones eran aquellas concernientes a laboratorios universitarios, de I+D dentro de las empresas, institutos nacionales de normalización e institutos de investigación, biblioteca, sociedades científicas y técnicas y una masa creciente de personal calificado y especializado en destrezas y habilidades técnicas para el desarrollo industrial¹¹.

La importancia de la introducción de laboratorios de I+D en empresas como Bayer, Hoesch y BASF fueron la base del éxito de la superioridad tecnológica alemana que pudo organizar sus sistemas de I+D y alinearlos a los paradigmas tecnológico de la época. Sin embargo, no solo era necesaria la capacidad de organizar los sistemas de I+D sino que también se destacaba la importancia de las retroalimentaciones a los laboratorios de I+D desde el mercado.

¹¹ La ventaja decisiva de la industria alemana fue la disponibilidad de ingenieros calificados del “Technische Hochschule” (Instituto de Tecnología) se estima que Alemania producía unos 3000 ingenieros al año hacia el año 1913 mientras que Gran Bretaña solo producía 350 para toda las ramas de ciencia, tecnología y matemática.

Esta nueva organización del sistema socavó la superioridad tecnológica de Gran Bretaña en manos de Alemania y Estados Unidos quienes habían incrementado fuertemente la eficacia de las innovaciones por producto y procesos en nuevas industrias. Es interesante entender que Gran Bretaña perdió superioridad tecnológica en las décadas de 1880 y 1990 debido a que sus instituciones científicas y técnicas fracasaron en la difusión de tecnologías hacia otras aplicaciones. De esta forma no fue meramente un espíritu emprendedor lo que permitió el creciente desempeño de la industria alemana por sobre la de Gran Bretaña, sino el desarrollo de un SNI que hizo prosperar un nuevo tipo de empresariado innovador.

En segundo lugar, se puede mencionar el ejemplo del modelo Japonés que sobrepasó tecnológicamente a Europa Occidental y a Estados Unidos gracias a sus políticas educativas de largo plazo y mediante un fuerte estímulo al sector manufacturero importando las mejores tecnologías disponibles y rediseñándolas para las nuevas industrias. El sistema japonés estuvo fuertemente orientado al estímulo de la ciencia y la tecnología que servían de soporte a una industria civil cada vez más desarrollada orientada a la exportación (industria de la electrónica). A diferencia de Estados Unidos y Gran Bretaña cuyas industrias y los gastos de I+D estaban orientadas al sistema de defensa nacional (Freeman, 2004).

A partir de esto, existen ciertas preposiciones relevantes en relación a las estructuras productivas de cada SNI. En primer lugar, el patrón de especialización estable de las economías no impide que existan trayectorias de innovación y aprendizaje en otros sectores de la industria. Esta trayectoria depende por un lado en qué fase del ciclo de vida del producto se encuentra la industria y/o en que parte de su curva de aprendizaje. Es importante también la estabilidad de las relaciones interindustriales que se constituyen como canales de información para la transferencia del aprendizaje entre los productos que innovan y los usuarios avanzados. Un aspecto importante que aporta este fundamento es la importancia del flujo de información dentro de las fronteras nacionales¹². De esta manera si se logra construir un número importante de productores y usuarios avanzados a

¹² Esta distinción resulta interesante para entender al ámbito nacional como parte de un nivel micro-meso de la innovación en donde se construye el Sistema Nacional de Innovación.

escala nacional que intercambien información se sientan las bases para sustentar la innovación generando respuestas creativas en el ámbito nacional y en el internacional (Andersen, 1992).

Por lo tanto, es en el proceso de compras y ventas que ocurre dentro de la estructura de producción y su articulación con el SNI en donde se inicia la búsqueda de las nuevas combinaciones a partir de productos o procesos ya existentes. Las nuevas especificaciones de productos o procesos que surgen de las demandas acumuladas, ya sea en base a errores que se deben corregir o nuevas características o ideas que debieran tener los productos, surgen de la estructura de producción y de las vinculaciones usuarios-productores vigentes.

En síntesis, se ha discutido la utilidad del concepto de SNI en tanto enfoque sistémico de innovación. Se estableció en base a ciertas experiencias de SNI de Alemania y Japón la importancia de la articulación de la estructura de ciencia y tecnología con las retroalimentaciones desde la demanda. En particular, el éxito que han tenido estos países articulando SNI se debe por un lado a la estable relación entre proveedores y usuarios en su estructura de producción y por el otro al impulso de sectores con trayectorias de innovación alineadas con el paradigma tecnológico imperante por fuera de su patrón estable de especialización.

2.1. Componentes del Sistema Nacional de Innovación

Una vez que se acepta la naturaleza interactiva de la innovación dentro de un marco caracterizado por el concepto de SNI se desprende que en este proceso existe un componente determinado por la estructura de producción pero con un grado de aleatoriedad latente dando lugar a innovaciones incrementales y radicales respectivamente (Lundvall, 1992). A continuación se define al concepto de SNI en sentido amplio y estricto y los componentes que lo integran, como base conceptual para desarrollar posteriormente el punto clave de esta investigación: el rol del sector público como marcador del ritmo y la dirección del cambio tecnológico.

Es casi imposible considerar que una innovación de peso sea el resultado de una sola persona u organización sino el resultado o combinación de aportes provenientes de diferentes actores sociales. El énfasis en individuos no logra capturar la naturaleza de la innovación que es en esencia el resultado de aportes provenientes de una amplia variedad de fuentes: empresas, universidades, usuarios potenciales y de instituciones gubernamentales¹³.

De esta forma, se considera al SNI en base a dos dimensiones. Por un lado, la definición *estricta* de SNI conforme a todas aquellas instituciones y organizaciones dedicadas a la búsqueda y a la exploración de nuevos productos y procesos como los departamentos de I+D, así como también las instituciones de tecnología y las universidades que brindan conocimiento y realizan actividades de investigación y desarrollo. Por otro lado, en un sentido más *amplio* se define al SNI determinado por la estructura económica de producción y la configuración institucional formada por el sistema de mercado, el productivo y el financiero como subsistemas que asigna importancia al aprendizaje por interacción. En sentido amplio el SNI abarca a todas las instituciones y factores interrelacionados de una nación que influyen en la introducción selección y difusión de nuevos productos y procesos en una economía (Freeman, 1992; Johnson, 1992).

A partir de estas definiciones se identifican a los componentes de un SNI arraigados dentro de un territorio con diferencias en las experiencias históricas, lenguajes y culturas en base a los siguientes elementos:

- i. La organización de las instituciones públicas de ciencia y técnica.
- ii. La organización interna de las empresas.
- iii. La configuración institucional del sector financiero.
- iv. Las relaciones usuario-productor.
- v. El rol del sector público.

¹³ La capacidad de acceder fácil y rápidamente a las fuentes locales ha de ser una de las ventajas más importantes que le confiere un sistema nacional de innovación.

A continuación se detallan los primeros cuatro componentes y se desarrolla en el próximo capítulo el quinto que se constituye como el principal tema de investigación del presente trabajo.

2.1.1. La Organización de las Instituciones Públicas de Ciencia y Técnica

Desde la perspectiva de SNI en sentido estricto la organización de instituciones públicas de CYT comprende al conjunto de instituciones que se encuentran directamente vinculadas con actividades científicas y técnicas que identifica el rol del estado como *productor* de innovaciones. La estructura de CYT de un país se puede conformar por instituciones formales desde el ámbito público y privado: la I+D en universidades u organismos públicos, laboratorios gubernamentales, públicos o semipúblicos son parte del soporte institucional que una economía utiliza para el progreso tecnológico pero también se puede aplicar a otras instituciones como la oficina de patentes o los institutos de normalización (Freeman, 1992).

En esta instancia, es interesante analizar cómo interactúa la infraestructura científico tecnológica de un SNI con los sectores y el tipo de innovaciones radicales o incrementales que se generan (Pavitt, 1984; Breschi, Malerba y Orsenigo, 2000). Cuando se trata de sectores con innovaciones incrementales (mejora y difusión de una técnica conocida) la interacción y la experiencia de los usuarios es una fuente de innovación significativa y habrá de predominar como espacio de oportunidades para la innovación. Sin embargo, en las etapas iniciales de innovaciones radicales habrá de predominar como fuente de ideas para la innovación el aporte de las instituciones científicas y técnicas. Cuando se produce un cambio en el “paradigma tecno económico” las innovaciones institucionales se constituyen en el soporte fundamental y la construcción de un SNI con acceso a infraestructura científica que brinde asesoramiento es elemental (Freeman, 1992).

2.1.2. La Organización Interna de las Empresas

En este aspecto Kline y Rosenberg (1986), partiendo de los enfoques interactivos de la innovación, considera relevante las interacciones y retroalimentaciones en el proceso de aprendizaje dentro de la firma. La innovación no puede limitarse a los esfuerzos del

departamento de I+D sino que tiene como centro las interacciones entre las fases de diseño, desarrollo, manufactura y comercialización en el marco del lanzamiento de un producto. Desde esta perspectiva los aprendizajes en la práctica (*learning by doing*) en el proceso de manufactura son una de las principales fuentes de innovación no captadas por las estadísticas de I+D.

Además y en contraposición a la visión de la tecnológica como bien público, el conocimiento tecnológico no se trasmite ni se reproduce fácilmente sino que es específico a cada firma, siendo el mismo, solo apropiable por quienes participan en el proceso de innovación. De esta forma, el conocimiento y las capacidades tecnológicas acumuladas al interior de las firmas son altamente específicas y dependientes del sendero dando lugar a distintas trayectorias y estructuras sectoriales. Por ejemplo, las firmas dentro del sector electrónico y de productos químicos desarrollan innovaciones en un amplio espectro de productos y son de gran tamaño, generando barreras a la entrada a otras firmas. Mientras las firmas pertenecientes al sector mecánico e ingenieriles se caracterizan por tener menor tamaño y ser especializadas, con grandes interacciones con firmas del sector metalmeccánico o automotriz (Pavitt, 1984).

2.1.3. La Configuración Institucional del Sector Financiero

El rol del financiamiento y la obtención del crédito en los procesos de innovación fueron destacados en primer lugar por Schumpeter (1934) quien exploró la importancia para el empresario emprendedor de la obtención de financiamiento para la realización de innovaciones. Christensen (1992) también destaca el rol de los factores nacionales e institucionales del sistema financiero que posibilitan financiar los procesos de innovación.

La incertidumbre tecnológica y de mercado conjuntamente con el horizonte temporal para desarrollar un nuevo producto y colocarlo en el mercado adquiere tiempos más prolongados y puede ser problemática en un esquema de financiamiento de corto plazo. Se puede establecer que las diferencias institucionales en los sistemas financieros nacionales es de vital importancia para el financiamiento de la innovación siendo una de

las condiciones determinantes para impulsar o restringir la capacidad de innovación en un país y en su sector empresarial.

En este aspecto el sector público ha sido la fuente de financiamiento de las innovaciones tecnológicas radicales más importantes creando y organizando a los mercados. Bajo este enfoque el sector público es quien ha impulsado los desarrollos tecnologías más riesgosos y quien ha asumido la incertidumbre *Knighiana* asociada al financiamiento de las etapas tempranas del desarrollo de producto. La creación de ciertos mercados en sectores de tecnología avanzada por parte del Estado fue la consecuencia de la ausencia de inversiones en innovación del sector privado quienes no tomaron el riesgo y los costos asociados en el desarrollo de estos sectores¹⁴ (Mazzucato, 2011).

En el siglo veinte el incremento de las actividades de I+D estuvo asociado con el impulso del estado nación en cuanto contratista y fuente de financiación. El rol que juega el financiamiento público es de vital importancia en la capacidad de innovación de las empresas y de las naciones en las etapas iniciales de los proyectos de innovación. En el sendero de países actualmente desarrollados es notable el rol que ha jugado el estado en el direccionamiento del financiamiento hacia sectores industriales claves para el desarrollo. Es así como el sector público mediante su participación permitió distribuir los riesgos asociados a tecnologías estratégicas y funcionando como impulsor determinante en el cambio tecnológico (Mazzucato, 2011).

Una experiencia relevante se verifica en el caso de Japón con el Ministerio de Comercio Internacional y de Industria (en inglés, MITI) que se consolidó en su rol clave para el establecimiento de una política industrial y tecnológica, en el desarrollo de áreas decretadas como prioritarias. El rol de esta institución en el otorgamiento de crédito en forma directa, en la coordinación del precio y el volumen del crédito se legitimó en base a una amplia aceptación social como institución para el financiamiento del desarrollo (Christensen, 1992). El MITI fue la institución encargada de coordinar una política

¹⁴ En Estados Unidos la participación activa y muchas veces creando los mercados de sectores tales como Biotecnología, Nanotecnología, Energía Renovables, Energía Nuclear.

industrial selectiva eligiendo a “los ganadores”, motivando las vinculaciones productor-usuario y la interacción público-privada en un impulso al desarrollo económico (Mazzucato, 2011).

En esta línea Ruttan (2005) argumenta que la demanda militar por parte del gobierno de Estados Unidos y la investigación asociada fueron la principal fuente de desarrollos tecnológicos comerciales en un amplio espectro de industrias: (1) industria aeronáutica militar y comercial; (2) energía nuclear y eléctrica; (3) computadoras y semiconductores; (4) el desarrollo de internet, (5) la industria espacial. Este argumento sostiene que la demanda asociada a una estrategia militar sostenida por parte de Estados Unidos tuvo amplias implicancias para el desarrollo tecnológico y fue vital para posteriores aplicaciones comerciales. Además, la política de compras públicas se orientaba a más de un productor de forma tal que se difundía la tecnología en diversas aplicaciones y para permitir la entrada de firmas al mercado que competían por esta potencial contratación (Edquist y Hommen, 1998).

2.1.4. Las Relaciones Usuario-Productor

La literatura de SNI, partiendo de una visión estructural, ha hecho hincapié en la interacción entre usuarios y productores como fuente de aprendizaje e innovación. La importancia de esta relación radica en la funcionalidad que adquiere como vía de información y comunicación de oportunidades tecnológicas entre los productores y necesidades de los usuarios (Lundvall, 1985; Lundvall, 1988; Lundvall 1992).

Freeman (1992) caracteriza esa relación en dos dimensiones. En la fase de introducción del producto en donde tiene que funcionar adecuadamente e insertarse en el mercado, es en donde se da la mayor interacción entre usuarios y productores, diseñadores, ingenieros, trabajadores y los usuarios finales y en donde cobra importancia el conocimiento tácito como fuente de innovación. En esta etapa se registra un alto grado de complejidad y cambio radical en las tecnologías en donde se podría producir en un extremo una integración vertical con los productores. En forma complementaria y como se mencionó anteriormente si se trata de una innovación radical, tiende a predominar la interacción con la infraestructura de ciencia y tecnología, mientras que en las innovaciones incrementales,

la experiencia de los usuarios es una de las fuentes principales de esta dinámica (Freeman, 1992).

Los vínculos fortalecidos entre empresas de diferentes sectores de la economía pueden influir sobre la competitividad estructural y así sobre el desempeño exportador nacional. La importancia en las relaciones usuario-productor suceden en la medida que estas motivan el esfuerzo de los empresarios a resolver un problema que se presenta en su medio ambiente (mercado interno). En el proceso productivo, aprenden a medida que se proponen, someten a prueba y mejoran las relaciones posibles (innovaciones) y finalmente sobre la base de la experiencia acumulada pueden competir con el mercado externo.

Jan Fagerberg (1992) analiza como condición necesaria para promover las innovaciones la existencia de un mercado doméstico demandante de productos tecnológicos de carácter sofisticado. Sin embargo, la sola existencia de un mercado interno para un producto o tecnología no basta para generar las innovaciones.

En este punto resulta interesante entender la definición de *usuario competente y líder* en comparación con el concepto tradicional de *consumidor* para determinar qué tipo de demanda o especificación puede desencadenar una respuesta innovativa desde el lado de la producción. La función objetivo de un consumidor habitual se define en términos generales y conduce a información irrelevante para la innovación teniendo un rol pasivo en la búsqueda de nuevos productos. Sin embargo, la demanda de un *usuario competente* al tener una necesidad que se traduce en una demanda bien especificada puede impulsar procesos de búsqueda y desarrollos que impliquen innovaciones¹⁵. Se tendrán en cuenta las relaciones de usuarios y productores en donde los usuarios son competente y participan en forma activa en las maneras de solucionar los problemas y en la búsqueda sistemática de adaptar y crear nuevos productos. De esta forma no solo participará activamente en el proceso de innovación sino que también se adaptará a las nuevas oportunidades técnicas y cualidades que se le requiera, incluyendo la capacitación formal (Lundvall, 1985).

¹⁵ La demanda de los usuarios competentes tienen la característica de permitir la identificación de cuellos de botellas relevantes para detectar nuevas formas de producir bienes y servicios.

En segundo lugar, es relevante analizar esta demanda en tanto provenga de un *usuario líder*¹⁶, que es aquél usuario que adopta nueva tecnología que se encuentra en estadios tempranos de desarrollo. Este rol puede ser desempeñado por aquel usuario que tenga el suficiente tamaño y poder de mercado como para difundir la innovación a usuarios potenciales de menor tamaño. Esto se facilita en la medida que el usuario líder disminuye el riesgo de innovación entendido como la inversión en I+D necesaria para desarrollar nuevos productos y procesos de alta calidad que de otra forma no podrían ser abarcados por los productores (Edler y Georghiou, 2007).

Luego de estas definiciones se puede caracterizar al *usuario avanzado* como aquel que reúne tanto la característica de ser *líder* como *competente* en tanto su demanda tiene importancia en las etapas tempranas del desarrollo del producto con capacidad de disminuir los riesgos de I+D en función a su tamaño y también es distintiva en función a su calidad. El usuario avanzado por un lado se identifica con ciertas capacidades tecnológicas para la trasmisión de necesidades funcionales del producto y por el otro con el liderazgo necesario del poder de mercado para ser el difusor de tecnología en etapas tempranas de la innovación.

Si bien tanto el sector público y el privado son candidatos a cumplir esta caracterización es importante la distinción que se hace del sector público como usuario líder y competente de las innovaciones en base a ciertos fundamentos básicos que se detallan a continuación. El sector público como usuario avanzado de innovaciones ha contribuido al desarrollo tecnológico de los países actualmente desarrollados en función de una demanda de tecnología de tamaño y calidad distintiva (Gregersen 1992). De esta forma, el volumen de demanda doméstica más importante podría pertenecer al sector público afectando al desarrollo de la industria y teniendo un impacto positivo sobre el desempeño de las firmas nacionales.

En esta capítulo se revisaron los diferentes componente que conforman un SNI, la organización interna de las empresas, la configuración del sistema financiero, la infraestructura de ciencia y tecnología y las relaciones productor – usuario son

¹⁶ El concepto de usuario líder puede extenderse al concepto de *mercado líder*.

componentes sustanciales a la hora de configurar un SNI articulado en la economía doméstica y de importancia en el desempeño exportador. Aquellos países que alinearon sus SNI conforme el paradigma tecnológico imperante y en base a la coordinación de estos componentes fueron los que consiguieron el liderazgo tecnológico en base a una coordinación desempeñada por el sector público. En este marco el estado se desempeñó en un doble rol: no solo cumplió con la tradicional función de financiamiento de sectores estratégicos para el desarrollo y como oferente de infraestructura de apoyo a las capacidades tecnológicas sino que también se desempeñó como usuario avanzado y demandante de tecnología de sectores que se desarrollaron en base a una demanda distintiva en tamaño y calidad.

3. El Sector Público como marcador del ritmo y la dirección del cambio tecnológico

A pesar de la importancia que revisten los elementos que hasta aquí se mencionaron, es el objetivo primordial de esta investigación indagar sobre el rol que ha jugado el sector público como usuario avanzado en el desarrollo tecnológico. Si bien los componentes del sistema no tienen una jerarquía establecida y lo que interesa es su interacción, a continuación se describe la importancia del rol establecido por el sector público como coordinador general de las políticas de innovación dentro de un SNI y su impacto para el desarrollo tecnológico.

El enfoque sistémico de innovación justifica la intervención activa del estado en el diseño e implementación de políticas de innovación de oferta y demanda como instrumentos clave para estimular el desarrollo tecnológico dentro de un marco de SNI (Edquist y Hommen, 1999). Estos autores, vinculan los enfoques teóricos de innovación con la clasificación de estas políticas: si la innovación se concibe bajo un proceso sistémico que permite retroalimentaciones, las políticas de innovación orientadas desde la demanda se establecen tanto en términos teóricos como de política como fuente relevante para la innovación. Por otro lado, el proceso lineal de innovación justifica la intervención del

estado estimulando capacidades tecnológicas desde políticas de innovación orientadas desde la oferta.

Ciertos autores en la década de 1970 demostraron que la mayoría de los estudios empíricos no solo dan relevancia a la demanda como fuente distintiva de innovación sino que existe una “compleja” interacción entre políticas orientadas desde la oferta y la demanda. Las políticas orientadas desde la oferta integran aquellas de apoyo al financiamiento de I+D o la infraestructura de CYT y las que se integran desde la demanda aquellas como las políticas de compras públicas y de usuarios potenciales (Mowery y Rosenberg, 1979). De esta forma no solo tiene relevancia la incorporación de la demanda para la política de innovación sino que es la interacción entre los instrumentos de oferta y demanda lo que hacen posible el cambio tecnológico en un modelo dinámico de la innovación (Utterback y Abernathy, 1975).

En lo que se refiere a los países actualmente desarrollados, quienes cuentan con sistemas nacionales de innovación fuertemente articulados, la demanda pública de sus producciones ha sido una estrategia trascendental en la fase de desarrollo. De esta forma las compras gubernamentales se constituyeron como un instrumento de la política de innovación orientado desde la demanda que funcionó en forma complementaria y coordinada con las tradicionales políticas de innovación de estímulo a las capacidades tecnológicas de las empresas (Edler y Georghiou, 2007).

En estas economías, el sector público se ha constituido como fuente de dinamismo para la innovación y quien ha tomado la iniciativa inicial en sectores estratégicos para el desarrollo. Por lo tanto, se ha requerido integrar a las compras públicas de tecnología no solo en su dimensión cuantitativa sino cualitativa en aquellas etapas tempranas del desarrollo del producto, en donde el sector privado no puede sobrellevar el riesgo asociado al desarrollo de tecnologías complejas (Edquist y Hommen, 1999; Mazzucato, 2011).

Sin embargo, el sesgo de la literatura se ha orientado principalmente a estudiar el tradicional rol del estado en la coordinación de la política tecnológica y de generación de capacidades. Para mencionar solo algunas se plantea la promoción de ciencia y técnica, programas tecnológicos, mejoras en los niveles educativos, políticas de capacitación, de

investigación y desarrollo y de adopción de nuevo equipo. Estas son algunas de las políticas para contribuir a la distribución del aprendizaje social y a las capacidades tecnológicas de los agentes y las firmas (Cimoli, Dosi y Stiglitz, 2006). Es así como la estrategia de *push* tecnológico por parte del sector público ha dominado el estado de la cuestión sin orientarse a la exploración en el rol de la demanda.

Una excepción que analiza estudios de caso para países en desarrollo, es el trabajo de Simon Teitel (2008), quien analiza tres casos de desarrollo intermedio donde la planificación y el desarrollo de las innovaciones fueron realizadas por el sector público: la Ingeniería Nuclear en Argentina (Comisión Nacional de Energía Atómica que precedió la creación del INVAP); la Industria Aeronáutica en Brasil y telefonía digital en Korea.

En esta instancia, es de utilidad definir al sector público como aquel sector integrado por establecimientos, oferentes de bienes públicos, que incluye a la administración pública en general, los organismos de salud, las instituciones educativas bajo control público, organismos regulados por la administración pública nacional o directamente nacionalizados¹⁷ y en particular a los organismos de defensa, salud, judiciales y legislativos, que producen bienes y servicios públicos (Dalpé, 1992).

En resumen, el rol del sector público como usuario avanzado de innovaciones se ha constituido como instrumento fundamental en la política industrial y tecnológica de los países desarrollados, a pesar del enfoque predominante desde la política tecnológica que han tenido las políticas de innovación. La predominancia de la literatura en la exploración de la política tecnológica, no solo se evidencia para países desarrollados sino que también para países en desarrollo, con algunos estudios de casos que consideran la importancia del estado en el desarrollo de sectores con tecnologías avanzadas.

¹⁷ Esta categoría incluye al sector de transporte, de telecomunicaciones, producción y distribución de energía.

3.1. Orientaciones de la Compra Pública

Se identifican diferentes orientaciones o misiones sociales detrás del instrumento de compras públicas que permiten impulsar las capacidades de innovación. Bajo este marco la innovación no se constituye como fin último sino que es un medio para mitigar, por ejemplo, determinado problema social. En la presente sección se mencionan estas orientaciones para definir posteriormente a las compras públicas y su correspondiente clasificación según ciertos criterios relevantes abordados en la literatura de compras públicas de innovaciones.

Concentrarse en la orientación u objetivo que adquieren las compras públicas para la innovación (CPI) reviste fundamental importancia para desestimar el reiterado argumento de fallas de mercado que se le ha adjudicado al sector público desde la corriente dominante. De esta forma, es en la naturaleza distintiva de orientación a metas sociales, políticas y militares lo que distingue la capacidad que tiene el sector público de demandar productos de alta calidad. De esta forma el establecimiento de metas de desempeño, que tiene que cumplir el producto, prevalece al argumento de costos y le da la capacidad necesaria para marcar el ritmo del cambio tecnológico (Gregersen, 1992; Dalpé, 1991). En este marco, la intervención del estado trasciende al simple argumento de fallas de mercados y se configura como un participante activo en la creación de los mismos demandando productos de alta calidad que de otra forma no hubieran existido (Mazzucato, 2011).

De esta forma, se pueden enumerar orientaciones u objetivos de las compras públicas caracterizadas en Gregersen (1992): *orientaciones sociales, políticas, estratégicas o militares* que orientan el sentido de la innovación en ciertas direcciones. Por ejemplo, las compras públicas con orientación estratégica o militar plantea la preponderancia del criterio de calidad del producto por sobre el de costo ya que se necesitan productos de alto desempeño y precisión en función de sus usos¹⁸. Recientemente, Edquist y Zabala (2012)

¹⁸ Las compras públicas orientadas hacia aplicaciones militares tiene limitaciones en las aplicaciones civiles. El riesgo inherente a la demanda de un usuario avanzado consiste entre otras cosas en determinar un “diseño dominante del producto” tal que no pueda extenderse hacia otros mercados. Una demanda de características idiosincráticas puede tener ciertos riesgos asociados a

determinaron la efectividad de las compras públicas para la innovación al orientarse a misiones o satisfacción de problemas sociales en áreas vinculadas a la defensa, energía, salud o transporte. En este esquema la CPI también puede distinguirse de acuerdo al fin último que intente alcanzar: si se utiliza como instrumento para difundir nuevas innovaciones en la economía o como instrumento para impulsar el desarrollo de nuevos productos que contemplen la atención a problemas sociales y de improbable desarrollo por relaciones estrictamente de mercado (Edler y Georghiou, 2007).

Dada la relevancia que adquiere la calidad del producto en las CPI orientadas a resolver necesidades sociales, se determinan a continuación dos características que se subordinan y subyacen a estas orientaciones. Por un lado, la capacidad tecnológica implícita en el sector público que permite vincular estrechamente sus necesidades funcionales con los requerimientos o especificaciones técnicas que debieran cumplir los productos terminados. Por otro lado, la magnitud de la demanda del sector público que permite un poder de negociación distintivo para hacer cumplir metas de desempeño en productos estratégicos para el desarrollo.

i. La capacidad tecnológica del sector público

El resultado de una innovación depende de la interacción entre productores y usuarios en la medida que la fuente de información para la innovación proviene no solo de los oferentes/productores sino también de la información suministrada por los usuarios de la innovación¹⁹. El impulso a respuestas innovadoras requiere del planteo de necesidades funcionales claramente identificadas por el sector público que se traducen en especificaciones técnicas precisas por parte de productor²⁰ (Edler y Georghiou, 2007). De esta forma, el sector público se constituye en canal directo de información en cuanto a la

la débil difusión de la innovación en otros mercados u otros usuarios. En la medida que las especificaciones son más estratégicas la difusión de tecnología y los derrames hacia mercados comerciales puede llegar a debilitar la potencialidad que tenga la interacción entre los productores y usuarios de una Nación (Freeman, 1995; Edler y Georghiou, 2007; Aschhoff y Sofka, 2009).

¹⁹ Que desempeñan un rol crucial en cualquier etapa de la innovación, desde el desarrollo hasta la instancia de comercialización.

²⁰ En la medida que el usuario sea profesional (Lundvall, 1985) con necesidades funcionales que identifiquen cuellos de botellas en el plano productivo que aún no ha sido resuelto entonces se genera un impulso para resolverlo y estimular la innovación.

performance que se requiere del producto (resultado esperado) y constituye una información de relevancia al productor en etapas tempranas del desarrollo de la innovación (Dalpé, 1994; Aschhoff y Sofka, 2009).

Entonces, aquellas industrias vinculadas con la demanda del sector público como primer usuario se benefician con el acceso a información de calidad que les facilita las especificaciones y diseños concretos para el desarrollo de la innovación. El cambio tecnológico al nivel de la firma se ve potenciado en la medida que el destino de su producción sea un usuario con tales capacidades tecnológicas. En esa interacción, se puede contribuir activamente a la realización de la innovación y adquirir una ventaja comparativa con respecto a otros que no se vinculan con este tipo de contratación. Es esperable entonces, el liderazgo tecnológico de aquellos productores que sirven al mercado del sector público (Dalpé, 1994).

Sin embargo a pesar de la capacidad que adquiera el estado en la fase de diseño de política de innovación orientada desde la demanda, no deja de ser importante la fase de implementación de la política. Por un lado, reviste cierta importancia que los procesos de aprendizaje se renueven continuamente hacia el interior de la burocracia estatal dirigiendo recursos constantemente para mantener y desarrollar sus capacidades a un nivel elevado. En segundo lugar, es necesario también mantener el aprendizaje interactivo entre el sector público y privado con una demanda pública que mantenga los niveles técnicos en un estándar elevado (Gregersen, 1992).

ii. Volumen de mercado asociado a las compras públicas

Además de las consideraciones mencionadas en cuanto a la calidad de las compras gubernamentales no deja de ser significativa su dimensión cuantitativa y la participación que representa en las ventas de las firmas²¹. La capacidad para direccionar el ritmo y la dirección del desarrollo tecnológico depende en última instancia del poder de mercado en forma oligopolística o monopsonística que tenga el sector público. Es decir el poder que tiene el sector público en cuanto al valor de las órdenes de compras públicas y la influencia

²¹ Mediante esta herramienta el estado puede determinar la participación de las empresas en el mercado.

que puede ejercer con su demanda de forma tal que los oferentes cumplan los requerimientos solicitados.

Si bien la contratación pública es conducente al liderazgo tecnológico y a la elección de “campeones nacionales” no deja de ser un incentivo a la batalla por la competencia previa para conseguir los contratos públicos. Los efectos no deseados de la CPI sobre el comportamiento innovador²² se pueden revertir si el sector público considera a dos productores como destino de su demanda. En la medida que el estado sirva como difusor de capacidades tecnológicas de su principal demandante hacia un mercado competidor puede garantizar que el liderazgo tecnológico del primero no sea un riesgo para inhibir la innovación. De esta forma el estado como difusor de capacidades técnicas entre competidores también puede llegar a revertir la superioridad tecnológica de aquel productor que no solo tiene una vinculación con la contratación pública sino que también recibe mayores subsidios o financiamientos para la innovación (Dalpé 1994; Edquist y Zabala, 2012).

En síntesis, la CPI se constituye como un instrumento esencial que tiene el sector público para estimular el ritmo y la dirección en el cambio tecnológico. Esta herramienta si bien no ha sido objeto predominante de debate en la amplia literatura de SIN, en la práctica se ha constituido como una política de innovación orientada desde la demanda, que fue fundamental en el desarrollo tecnológico de los países centrales. El recorrido que se hizo de la literatura de compras públicas de tecnología destaca la orientación a metas u objetivos sociales, militares o políticos que conduce al direccionamiento de la innovación en función a ciertas características relevantes del sector público: sus capacidades tecnológicas y el volumen de su demanda.

²² El riesgo asociado a la contratación pública es la excesiva especialización en los requerimientos que va en detrimento de la diversificación del producto hacia otros mercados. Si el monopolio es bilateral, existen atenuaciones a los incentivos de innovación ya que la empresa no mantiene sus actividades de búsqueda y nuevas aplicaciones de su producto en otros mercados (Dalpé, 1994).

3.2. Definición y Tipos de Compras Públicas de Innovación (CPI)

Luego de definido el marco en el cual se considera la relevancia de las CPI como instrumento de política de innovación en el cual el rol del estado ha tenido activa participación para el desarrollo tecnológico, a continuación se hace mención a la definición de las CPI y su clasificación en base a diferentes criterios encontrados en la literatura: según tipo de usuarios finales o según la naturaleza u objetivo de la innovación. Más adelante se detallan algunos ejemplos en base a un análisis de estudios de casos para países desarrollados en donde se puede ilustrar brevemente los diferentes tipos de compras públicas.

El tipo ideal de compra pública de innovación puede definirse como la emisión de órdenes de compra por parte de una agencia u organización gubernamental de un producto o servicio aun inexistente, que requiera del gasto en I+D y de actividades de innovación por parte del productor en un período estipulado²³ (Edquist y Hommen, 1998). Se considera dentro de la literatura a las compras públicas de innovación como un instrumento orientado desde la demanda de las políticas de innovación y por ende de la política industrial que considera un país para el desarrollo autónomo de tecnología. La importancia de las CPI como instrumento de la política tecnológica es permitir crear un usuario en la fase temprana del desarrollo de la tecnología y el mercado con el suficiente volumen para disminuir el riesgo de la innovación.

A pesar de ser una herramienta relevante fue minimizada por la literatura de innovación conceptualmente y en la política económica desde la práctica (Edler y Georghiou, 2007). En contraposición a las CPI se puede definir a las compras gubernamentales “generales” como aquellas compras de productos existentes que no requieren de actividades de I+D y en la cual el criterio de elección se toma por precio y calidad (Edquist y Hommen, 1998; Edquist y Zabala, 2012; 2013).

Existen experiencias exitosas de políticas basadas en CPI en los países escandinavos que no podrían haber impulsado el desarrollo industrial sin una amplia aceptación de esta

²³ La compra pública de innovación puede ser sobre un bien, un servicio o una combinación de los dos que se denomina *sistema*.

política desde los sectores industriales, desde diferentes sectores políticos y desde la sociedad en su conjunto. Las capacidades adquiridas por el estado nórdico fueron de importancia durante la etapa de especificaciones técnicas en etapas tempranas del desarrollo del producto. El modelo sueco de CPI tuvo su basamento en la estrecha relación entre agencias gubernamentales y grandes firmas quienes en forma conjunta y en una suerte de relación industrial denominada “par del desarrollo” colaboraron ampliamente y a largo plazo en el desarrollo de nuevos productos. En contraposición a este modelo, la experiencia japonesa de CPI se basó en la organización en red y el impulso de la “mano no tan invisible” que dio el MITI en organizar las compras de tecnologías, coordinándola desde el sector privado. También se constituyó como una herramienta de la política industrial de los países desarrollados mediante la protección de la “industria infantil”, tal es el caso de Francia y Alemania que utilizaron la CPI luego del periodo de postguerra y en la actualidad (Lavarello y Sanabria, 2015).

Estos modelos difieren ampliamente con el modelo de CPI estadounidense que surge luego de la posguerra como parte de su política tecnológica anclada en el gasto militar para la defensa nacional. La injerencia del “complejo militar-industrial” en el desarrollo de tecnologías militares y el éxito en la difusión de esas tecnologías en las industrias comerciales es lo que lo distinguió del sistema de defensa nacional soviético. Mientras que el segundo no pudo difundir sus desarrollos tecnológicos al sistema nacional de innovación debilitando las interacciones entre productores - usuarios y constituyéndose como un “enclave militar”, el SNI y en particular las CPI en el caso estadounidense basaron su estrategia en la difusión de tecnología militar hacia tecnología civil (Freeman, 1995). Esta distinción se logró en parte a una contratación pública dirigida a empresas establecidas, pero también a nuevas empresas que tenían objetivos comerciales y de diversificación en el desarrollo de sus productos (Dalpé, 1994).

A partir de estos lineamientos generales es posible desarrollar una clasificación de compras públicas de innovación en base a diferentes criterios: según tipos de usuarios finales o según el propósito de la compra o naturaleza del resultado de innovación. A pesar de esta clasificación no deja de tener dominancia la orientación en cumplimiento de

misiones orientada a problemas sociales de la CPI o si surge con el objetivo de ampliación de innovaciones en una economía (Edler y Georghiou, 2007).

3.2.1. Según el tipo de usuario final de la innovación

Existen tres situaciones posibles de CPI en la cual el tipo de usuario final se puede caracterizar por ser directamente el sector público, el sector público en cooperación con el sector privado o bien que el primero sea quien inicia la compra y funcione como catalizador cediéndole la demanda luego al sector privado.

i. Compra Pública Directa

Este tipo de CPI es aquella cuyo usuario final es el propio sector público quien utiliza el nuevo producto para sus propias necesidades. El ejercicio de la compra pública directa le da el suficiente poder de demanda al estado para controlar el ritmo y la dirección de innovaciones. El objetivo predominante de este tipo de compra pública es la satisfacción de necesidades sociales por encima de la creación de innovaciones como fin último. Sin embargo, los nuevos productos también pueden encontrar aplicaciones en otro tipo de usuarios siendo una importante fuente de desarrollo de otros sectores en la economía (Edquist y Zabala, 2012, Edquist y Hommen, 1998).

ii. Compra Pública Cooperativa

Este tipo de CPI se constituye como una categoría intermedia entre la CPI directa y CPI catalítica que se detallará a continuación. Consiste en la compra compartida de innovaciones entre el sector público y privado para ser usados por ambos, tanto para cumplir el fin orientado a misiones del sector público como para ser soporte del sector privado en su decisión de comprar bienes innovadores. En esta fase la agencia pública y el usuario privado cooperan mutuamente e intercambian información para aprender del proceso de compra (Edler y Georghiou, 2007).

iii. Compra Pública Catalítica

En este tipo de CPI el usuario último de la innovación no es el sector público quien actúa como catalizador o iniciador de la compra del producto innovador que finalmente es

utilizada por el sector privado como usuario final. El sector público actúa como catalizador, coordinador, y como soporte técnico en beneficio de los usuarios finales (privados) dado su poder de compra. En este tipo de CPI las necesidades se encuentran por fuera de la agencia pública y el efecto real de esta compra es aprovechada enteramente por la demanda privada. Tiene como objetivo principal la ampliación de las innovaciones y de la demanda en la economía conjuntamente con un uso público amplio y masivo pero no determinado por alguna misión pública particular (Edler y Georghiou, 2007; Edquist y Zabala, 2012; Edquist y Hommen, 1998).

3.2.2. Según el propósito de la compra o naturaleza del resultado de innovación

Además de los casos mencionados se puede caracterizar a la CPI por el resultado de la naturaleza de innovación que se desprende de este proceso, que puede ser de carácter radical o incremental en base a objetivos desarrollistas o difusores, respectivamente.

i. Compra Pública Desarrollista

Es aquella CPI en la cual se desarrollan nuevos productos, procesos o sistemas a nivel internacional. También se puede denominar compra pública “orientada a la creación” de nuevos productos y los esfuerzos de innovación dan como resultado innovaciones radicales. Este tipo de compra se puede efectuar en las etapas tempranas de la emergencia de las tecnologías en donde el producto final es considerablemente nuevo a nivel internacional (Edquist y Zabala, 2012; Edquist y Hommen, 1998).

ii. Compra Pública Difusora

Este tipo de compra da lugar a innovaciones y es aplicable a los procesos de *catching up* tecnológico en el que el producto o proceso es nuevo para el país que lo desarrolla y no a nivel internacional. También se denomina “orientada a la difusión” dando como resultado innovaciones en el proceso de adaptación del producto a condiciones locales o especificidades nacionales que requieren esfuerzos de inversión en investigación y desarrollo incrementales (Edquist y Zabala, 2012; Edquist y Hommen, 1998).

En base a esta clasificación es relevante mencionar que los tipos de compras públicas coexisten en forma simultánea a la hora de implementarlas en la práctica y es un importante herramienta en el análisis y clasificación en base a estudios de casos. Algunos de estos estudios de caso pertenecen a países como Suecia, Noruega, Estados Unidos y son de utilidad para entender la puesta en práctica de este instrumento (Edquist y Zabala, 2012).

Ejemplo 1. Compra Directa, Cooperativa y Difusora. La compra del tren de alta velocidad X2000 cuyo último usuario era la Compañía ferroviaria estatal sueca (SJ) se constituye en principio como un caso de CPI directa con el objetivo de resolver una necesidad social de movilidad²⁴. Luego de algunos fracasos en las especificaciones funcionales por parte del sector público se consideró contratar a un “par de desarrollo” proveniente del sector privado, con lo cual la CPI adquirió un carácter cooperativo. Este tipo de CPI también cumplía la condición de ser de tipo difusora ya que no era un desarrollo nuevo a nivel internacional sino que era nuevo solo a nivel nacional.

Otro ejemplo relevante en esta categoría fue el proyecto cooperativo de defensa y seguridad nacional en Noruega basado en la necesidad de una red de radios digitales relacionados con la defensa pública para los sectores de la salud pública, fuerzas policiales y departamentos antincendios²⁵. Los principales compradores en este caso fueron el ministerio de justicia y la policía noruega y los usuarios finales pertenecían tanto al ámbito público como a otras organizaciones no gubernamentales.

Ejemplo 2. Compra Directa, Cooperativa y Desarrollista. La administración de telecomunicaciones sueca y la empresa Ericsson fueron los principales actores involucrados en la creación de un teléfono celular que satisfaga necesidades de comunicación. Esto permitió a Suecia ser el primer país del mundo que ofreciera

²⁴ Este proceso se concluyó en el período 1982-1986.

²⁵ Este proceso de compra tuvo un periodo de 4 años desde 2004 hasta su finalización en el año 2007.

telefonía móvil con menores costos de servicios, lo que convirtió este tipo de compra pública en desarrollista.

Otro ejemplo relevante dentro de esta categoría es la política agresiva que ha desarrollado la agencia de investigación de proyectos para la defensa (en inglés, DARPA) institución que dio superioridad tecnológica en diferentes sectores a Estados Unidos. Esta estrategia se consolidó como una política bottom-up para el desarrollo de tecnologías innovadoras y como resultado de los esfuerzos de investigación y el apoyo financiero militar del gobierno de Estados Unidos. La computadora personal es un resultado de este impulso, consolidando a la empresa Apple en el año 1976 en el desarrollo de nuevas tecnologías de aplicación a teléfonos celulares (iPhone), tecnologías básicas como la memoria en estado sólido, sensores de movimiento, GPS, Internet, y pantalla táctil, entre otras aplicaciones (Mazzucato, 2011).

Ejemplo 3. Compra Catalítica, Cooperativa (en etapas tempranas) y Difusora. Un caso de estudio en Suecia, que reúne estas características en la compra pública de innovación fue el desarrollo de freezer y refrigeradores que hagan una utilización más eficiente de la energía eléctrica (ahorro del 40-50% de energía). En este caso la CPI sirvió como catalizador de la demanda ya que el usuario último era el sector privado pero en las etapas tempranas del proceso de compra pública ambos coordinaron sus esfuerzos para el desarrollo del producto final. Este producto no se consideraba nuevo a nivel internacional, sino que se consiguió adaptar nuevas características a un producto ya existente.

Ejemplo 4. Compra Directa y Desarrollista. La Administración Federal de Aviación (FAA) de Estados Unidos supervisó el desarrollo del sistema de radiodifusión de vigilancia automática (“Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) program) que reemplazaría los radares terrestres. Este es otro ejemplo en el cual una política de defensa nacional puede orientarse a objetivos de defensa pública y eficiencia en el transporte. Este nuevo desarrollo tuvo aplicaciones al control de tráfico aéreo transformando los sistemas de control

basados en radares en sistemas basados en tecnología satelital. También permitió aplicaciones en aviones que transmitían con mayor precisión y en forma más segura su posición a los controladores del tráfico aéreo.

3.2.3. Contratación Pública Pre Comercial como espacio de interacción entre políticas de innovación de oferta y de demanda.

Existe un punto crítico en la literatura respecto a un tipo de contratación, dado que requiere de una atención especial en cuanto a su naturaleza y definición. Se considera a la contratación pública pre comercial (CPpC) un contrato de investigación pública en I+D pero con objetivos de demanda. Este tipo de contratación pública se define como la *“compra de resultados de investigación (esperados), sin tener al momento de la decisión de compra el desarrollo actual de un producto”* (Edquist y Zabala, 2012). Específicamente, se constituye como paso previo al proceso de CPI, integrando la fase de I+D con promesas de un resultado esperado pero aun no incluye un producto físico ni tiene un usuario potencial. Se constituye como un contrato de investigación que puede llegar a incluir el desarrollo de un producto hasta la etapa del prototipo. La CPpC sirve como apalancamiento extra al desarrollo de un producto y con el objetivo de disminuir la incertidumbre tecnológica asociada en el proceso de innovación.

El contrato de CPpC, fija ciertas metas a cumplir por el producto que se desea desarrollar para lo cual se deberán realizar esfuerzos de I+D y de manufactura en las etapas posteriores (Edler y Georghiou, 2007). Es una fase pre comercial previa a la compra pública de innovación en la cual se comparte el riesgo del desarrollo de producto y en la que la autoridad pública no está obligada a comprar el bien, servicio o sistema que puede (o no) resultar de la etapa de I+D (Edquist y Zabala, 2013).

La ventaja que se incorpora en este tipo de contratación pública con respecto a las enumeradas anteriormente es que la agencia pública tiene una mayor capacidad de selección, definición e interacción que las tipologías anteriores y la capacidad de seleccionar al menos dos productores para testear el prototipo antes de lanzar la CPI²⁶.

²⁶ Se puede asemejar a un mecanismo de preselección de empresas antes de otorgarles el contrato de compra pública.

Este tipo de contratación pública requiere un mayor caudal de interacción entre el usuario - productor y está en una etapa previa a la estipulación de especificaciones. Es en esta etapa de interacción en donde se constituyeron los proyectos de CPpC asociados a los grandes programas de defensa militar en Estados Unidos (DARPA) y en los sectores más innovadores, energéticos, transporte y salud (Edquist y Zabala, 2012 y 2013).

Para entender el proceso en la práctica de CPpC se mencionan tres etapas generales (Edquist y Zabala, 2013).

- i. *Fase exploratoria de soluciones* (aproximadamente 6 meses): en la cual se seleccionan un número de productores como resultado de una competencia previa.
- ii. *Fase de prototipo* (aproximadamente 2 años): en la cual se desarrollan en paralelo las soluciones de cada oferente seleccionado.
- iii. *Fase de testeo* (aproximadamente 2 años): donde quedan seleccionados al menos dos oferentes para competir en el mercado en un futuro y se prueba el funcionamiento del prototipo.

Dada la naturaleza de las CPpC es interesante la clasificación que realiza la literatura dentro de las políticas de innovación. Edler y Georghiou (2007) realizan una taxonomía de instrumentos de políticas de innovación en el cual consideran a las CPpC y a las CPI como un instrumento de política de innovación orientada desde la demanda conjuntamente con las *políticas sistémicas* (políticas de clúster, políticas de eslabonamiento de la oferta) y las *políticas regulatorias* (utilización de la regulación y los estándares para fijar los target de innovación; coordinación de plataformas tecnológicas).

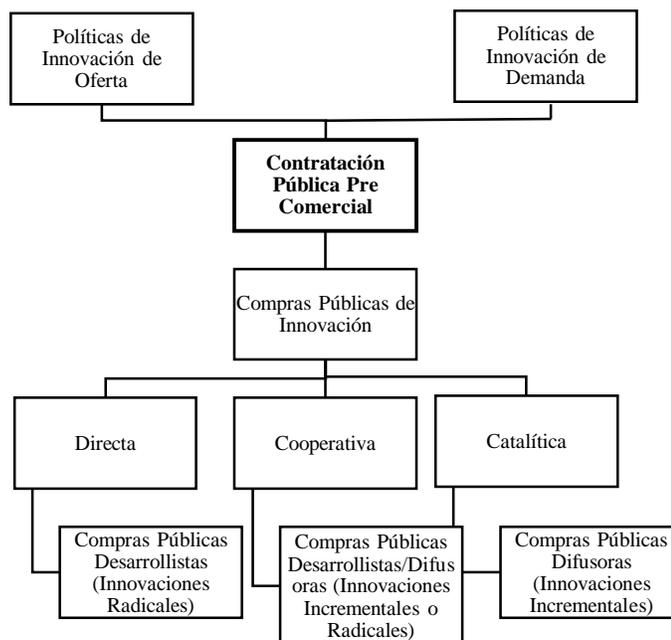
Por otro lado, clasifican como un instrumento de política de innovación de oferta el apoyo desde la investigación pública mediante contratos de investigación conjuntamente con el impulso mediante fondos de capitales de riesgo públicos; capitales de riesgo privados subsidiados o mixtos, incentivos impositivos; medidas fiscales (reducciones impositivas corporativas por volumen o incrementos de I+D, incentivos de impuestos personales para trabajadores que se dediquen a la I+D); apoyo desde la investigación pública (financiamiento a universidades y laboratorios; subvenciones a I+D industrial, programas estratégicos para la industria; colaboración en equipamiento); apoyo de capacitación y

movilidad (cursos de capacitación empresarial, capacitación en emprendedurismo, becas para estudiantes, apoyo para el reclutamiento de científicos); subsidios para la I+D industrial (subsidios para consorcios de colaboración, préstamos reembolsables, premios para gastos en I+D).

Como consecuencia de lo anterior se desprende lo controversial para la teoría de la innovación de la clasificación de las CppC. Esta política puede ser considerada, por un lado como política de innovación que se integra desde la demanda y por el otro ciertas interpretaciones que consideran la CppC como una política de innovación integrada desde la oferta y similar a las políticas de financiamiento de I+D. En una investigación posterior lo mismos autores cuestionan su clasificación de las CppC como instrumento de política de innovación orientado desde la demanda y lo clasifican como “programa de I+D pre competitivo”. Sin embargo, finalmente lo ubican como elemento crucial y un instrumento de “política de I+D orientado desde la demanda”, que sirve de preparación y fase de especificación previa a que el proceso de CPI comience (Edquist y Zabala, 2012; Edquist y Zabala, 2013).

En síntesis, la CppC puede ser vista como el resultado de la fase previa a las compras públicas de innovación (en la etapa de emergencia de la tecnología) en donde se solapan los instrumentos de política de innovación de oferta y demanda. Esto requiere por un lado que exista un proceso competitivo y de financiamiento en la etapa de contratación y financiamiento, pero por el otro que exista un estímulo de demanda para potenciales aplicaciones del nuevo producto. Es en esta etapa donde se produce la mayor interacción entre las dos partes y en donde esfuerzos de coordinación de ambas políticas deben ser implementados para que las CppC se constituyan como un mix de políticas entre estas dos herramientas de innovación. En definitiva, se puede re clasificar como un instrumento de política de I+D orientado desde la demanda, configurándose como el punto crucial de interacción y coordinación de políticas de innovación como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. . Clasificación de Compras Públicas de Innovación



Fuente: Elaboración en base a (Edquist y Zabala, 2012;2013 y Edler y Georghiou, 2007)

Es limitado el número de países que han hecho frente a este tipo de contratación pública y los ejemplos aún son acotados dado que muchos de ellos aún no están en las fases finales del proceso de CPpC. Además, la metodología para identificarlos se basa en un abordaje cualitativo y exploratorio dado que aun la teoría no se ha consolidado en forma madura con abordajes formales sobre la cuestión (Edquist y Zabala, 2013).

Ejemplo 5. Compra Pública pre Comercial. Desarrollo de un sistema de monitoreo en tiempo real de diques. Se trata de la iniciativa coordinada por el Programa de Innovación Tecnológica Holandés en el año 2007 para la pequeña empresa dependiente de la Administración General de Trabajos Públicos y la Autoridad del Agua. El objetivo de este proyecto era mantener fuera de riesgo de inundaciones y de ruptura a ciertos diques de regiones bajas ubicados en Holanda. El director de la autoridad del agua considero que se necesitaba un sistema de monitoreo en tiempo real luego de la ruptura de varios diques. El programa se integró en tres fases: la fase de viabilidad, la fase de investigación y la de comercialización. Las primeras dos fases estaba financiadas por la autoridad

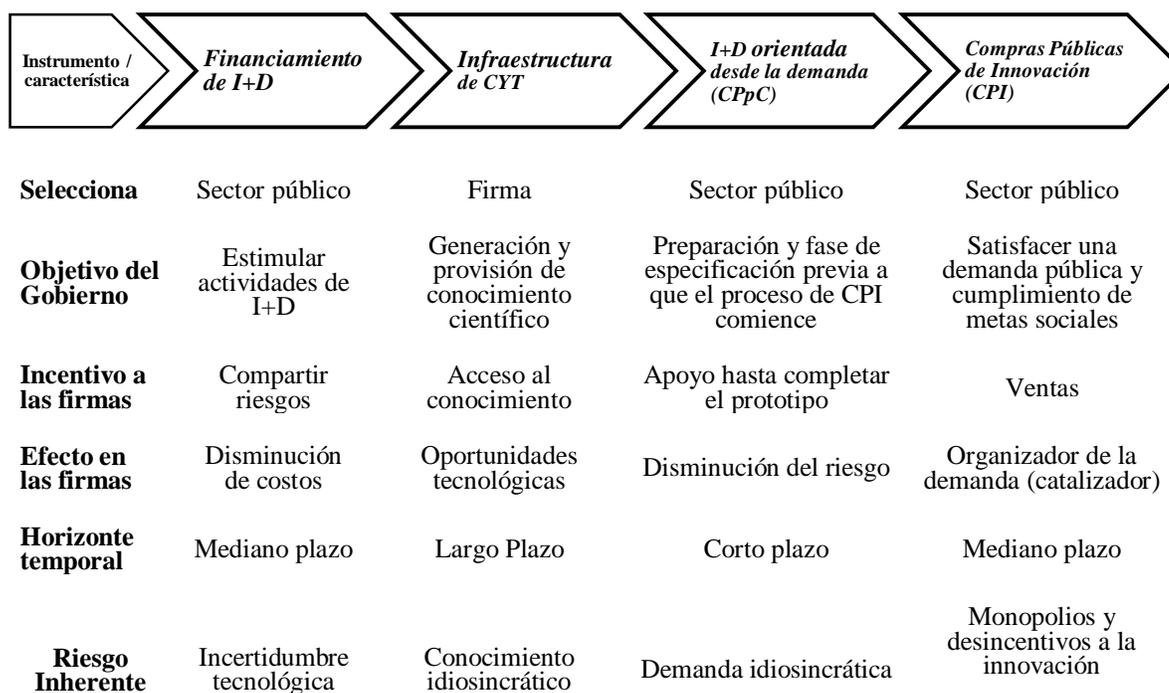
pública mediante la realización de un contrato de I+D de costos fijos, mientras que la última la financiaba una empresa privada. La fase de comercialización no fue parte de la CPpC y la propiedad intelectual fue retenida por la empresa. El proceso comenzó con la identificación por parte de la autoridad pública de un problema social que demandó nuevas soluciones, y la construcción de un presupuesto para proceder al financiamiento. Luego de esta fase se llamó a una competencia pública y abierta en la cual se le expresó a todos los competidores “un resultado esperado o una necesidad o desafío a ser resuelto” en vez de transmitir las especificaciones del producto esperado. En la primera etapa las compañías demostraron la viabilidad de su propuesta estableciendo el potencial comercial y científico de la idea para resolver la necesidad identificada (con un máximo de 6 meses y € 50.000 por proyecto). Es en esta instancia en donde se definió la viabilidad técnica económica y organizacional del proyecto.

En la segunda etapa, de 21 propuestas solo 2 fueron financiadas para la etapa de prototipo en colaboración con diferentes juntas de aguas. Una de ellas desarrolló un mecanismo de sensores instalado en la estructura del dique que transmitía información a la estación central. La otra propuesta se basaba en un sistema de imágenes satelitales que detectaban cualquier cambio en el tamaño y en el movimiento del agua. Finalmente en la etapa de comercialización las dos empresas seleccionadas lograron encontrar sus primeros usuarios en la junta regulatoria del agua, difundiendo la innovación en otras aplicaciones como en el sector de la construcción y monitoreando zonas de excavación riesgosas.

A partir de estas clasificaciones de políticas de innovación, en la *Figura 2* se muestra las diferentes etapas en la aplicación de este tipo de políticas orientadas desde la oferta y la demanda para el desarrollo de un producto o proceso y algunas características generales de cada una de ellas. Si bien este recorrido se construye en base a la literatura de políticas de innovación, el mismo puede no tener una forma lineal, siendo la interacción o la simultaneidad de las políticas una opción relevante.

En principio, se podría pensar en la intervención del sector público mediante una política de financiamiento de actividades de I+D a mediano plazo sin una orientación u objetivo social, en el cual se destaca la disminución de los riesgos y costos de la innovación y asociada a un riesgo de incertidumbre tecnológica. En forma simultánea o cuando se requiera la infraestructura de ciencia y tecnología se provee de conocimiento científico y de oportunidades tecnológicas en las etapas tempranas del desarrollo del producto, pudiendo generar un conocimiento idiosincrático que no sea aplicable hacia otros sectores. Luego, la etapa de financiamiento de I+D orientado desde la demanda tiene como objeto la preparación y fase previa a que el proceso de CPI comience y sirva de apoyo financiero en el corto plazo hasta completar el prototipo, disminuyendo el riesgo en escala piloto. Finalmente si el sector público lo requiere se puede recurrir a la compra pública de la innovación en cumplimiento de metas sociales o en un rol catalizador de la demanda que tiene grandes incentivos en los márgenes de ventas de la empresas, dado el tamaño del sector público. Este instrumento comprende ciertos riesgos asociados a la formación de monopolios y desincentivos a la innovación en el caso que no existan dos oferentes de la innovación.

Figura 2. *Etapas en la aplicación de los Instrumentos de Políticas de Innovación*



Elaboración en base a Aschhoff y Sofka (2009) y Edquist y Zabala (2012; 2013).

Como se intentó discutir, los resultados de innovación son producto de una compleja interacción entre políticas de innovación orientada desde la oferta y la demanda de forma tal que no solo se necesite el financiamiento necesario en I+D para las etapas iniciales del desarrollo de un nuevo producto o sistema. Otro elemento necesario desde etapas tempranas es la concreta interacción con el sector público como usuario avanzado. Esto permite que el sector público participe en forma activa en el diseño y especificación del producto que va a satisfacer una necesidad concreta. El contacto con estas necesidades así como también el financiamiento necesario para resultados futuros esperados son las condiciones necesarias y suficientes para que la compra pública pre comercial se pueda pensar como espacio de coordinación entre las políticas de innovación.

En la próxima sección se discutirá el apartado metodológico de la presente tesis. En base al marco teórico propuesto y utilizando una encuesta proveniente de información cuali-cuantitativa sobre empresas PyMEs manufactureras de Argentina, se plantea como interrogante de esta investigación *en qué medida la innovación de las firmas se encuentra*

potenciada no sólo por la implementación de políticas de innovación orientadas a estimular las capacidades tecnológicas de las empresas sino también por la existencia de usuarios avanzados, entre ellos el sector público, mediante compra estatal. En base a esto se plantea como segunda pregunta de investigación cuál es el impacto de las decisiones de innovación sobre el desempeño de las PyMEs en Argentina.

A partir del planteo de estos interrogantes, la primer hipótesis de investigación plantea que *los procesos de innovación estimulados por una política tecnológica de generación de capacidades no se ven plenamente potenciados en la medida que no estén acompañados por la existencia de usuarios y entre ellos el sector público como usuario avanzado mediante compras públicas de innovaciones. Como hipótesis complementaria se establece que los procesos de innovación hacia el interior de las empresas influyen la productividad laboral y generan empleo en las PyMEs Argentinas.*

III. Metodología de Análisis

Con el objetivo de responder las preguntas y corroborar las hipótesis planteadas para esta investigación, la metodología empírica se ordena en torno a la agenda planteada por Angrist y Pischke (2008) para el manejo de micro datos en torno a: (1) la fuente de información (Datos) y modo de inferencia estadística, (2) las relaciones de interés, en donde se presenta una descripción de las variables dependientes, independientes y de control a utilizar junto con las estadísticas descriptivas; (3) la estrategia de identificación y modelos econométricos a utilizar en donde se especifican los modelos *probit* y de evaluación de impacto para captar las relaciones objetivo de interés.

1. Datos

Para realizar el estudio empírico sobre los impulsos en el proceso de innovación y en el desempeño de la firma, se utilizaron datos de corte transversal para el año 2008 de información técnica extraída de la encuesta Mapa PyME que releva información sobre pequeñas y medianas empresas en Argentina. Este relevamiento surge como resultado de la iniciativa de la Subsecretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y Desarrollo Regional (SEPYME) dependiente del Ministerio de Industria de la Nación.

El principal objetivo del Mapa PyME es la recopilación de información relativa a las características de las empresas pyme y a las instituciones públicas y privadas que actúan en el ámbito de las mismas. El mismo está centrado en los siguientes aspectos críticos: (a) Dimensión cuantitativa del sector, exportaciones, inversión, innovación tecnológica, cantidad de ocupados, producción y financiamiento. (b) Dinámicas sectoriales de los últimos cinco años y nuevas modalidades de articulación e integración en cadenas de valor, complejos productivos, etc. (c) Factores que restringen la competitividad y el crecimiento sostenido de mediano plazo. (d) Utilización de instituciones públicas y sus iniciativas de promoción: conocimiento de las mismas y evaluación de los resultados.

Los períodos de referencia que se utilizaron en el marco de esta investigación, son aquellos correspondientes al operativo del primer y segundo semestre del año 2008²⁷ para

²⁷ Operativo N°006 (I semestre del 2008) y operativo N° 007 (II Semestre del 2008).

un total de 5499 firmas pertenecientes a sectores seleccionados de la industria y los servicios. La base de datos y las variables extraídas para la construcción del estudio empírico surge de la fusión de los formularios de *Empresa, Personal, Egresos e Ingresos, Innovación, Comercio Exterior, Usuarios y Políticas Públicas*. Se seleccionaron variables estructurales de la empresa, sobre el personal ocupado, de ingresos y egresos devengados, aquellas que caracterizan a las actividades y esfuerzos de innovación así como también las fuentes de innovación que tiene la empresa, la información sobre exportaciones, destino de producción en el año 2008 y los organismos e instituciones del SNI con los cuales se ha vinculado para potenciar sus capacidades. Una descripción detallada de los formularios y las variables seleccionadas se encuentra en la Tabla 1 del Anexo C.

A continuación, se presenta una revisión de antecedentes y literatura empírica sobre estudios de políticas, medición de la innovación y desempeño en las firmas que son de utilidad para definir los criterios de construcción y de selección de las variables a utilizar en el estudio empírico que se detalla en el capítulo 3.

2. Relaciones de interés

Existe un conjunto de trabajos que han buscado identificar los determinantes del comportamiento y del desempeño innovador a partir de análisis de micro-datos (Crespi y Zuniga, 2011; Crépon Duguet y Mairessec; Roitter, Erbes y Trajtenberg, 2010). La revisión de la literatura empírica sobre medición de los resultados de innovación y el impacto en el desempeño de las empresas se hará indagando sobre los aspectos generales de estos abordajes metodológicos, las relaciones de interés que se intenta explicar en el modelo, las variables que representan al desempeño de las firmas, los resultados o actividades de innovación y por último los resultados que arrojan estos estudios.

En primer lugar Crépon, Duguet, y Mairesse (1998) realizan un análisis econométrico de los efectos entre productividad, innovación e investigación a nivel de la firma con una submuestra de 4164 firmas. El estudio se basa en un análisis de corte transversal de la industria manufacturera en Francia, utilizando datos de patentes para Europa. Para la medición de innovación se utiliza la participación de las ventas de productos innovadores sobre las ventas totales y como regresores indicadores de demanda y de oferta

representativos de la política tecnológica. Para caracterizar esta relación utilizan modelos *Probit* y *Tobit* para corregir el sesgo por selección muestral y simultaneidad que caracterizan a los estudios de innovación, I+D y productividad²⁸.

Las relaciones de interés se estudian mediante un modelo en 3 ecuaciones. En primer lugar, una ecuación (a) que vincula la decisión de realizar gastos en I+D con un vector de variables explicativas (tamaño, participación en el mercado, diversificación, oportunidades tecnológicas y condiciones de la demanda); una ecuación (b) que relaciona los gastos de I+D y la innovación (c) la ecuación de productividad que mide la relación entre innovación y productividad. El desempeño de la firma se mide por el logaritmo natural del valor agregado por empleado, y la innovación por el esfuerzo en I+D que realizan las firmas controlados por un vector de variables “en la tradición schumpeteriana”: el tamaño de la firma (número de empleados); indicadores de participación del mercado y diversificación; indicadores mediante variables binarias de demanda (*demand pull*), de tecnología (*technology push*) y variables control sectoriales.

Los resultados de este trabajo muestran que, una larga fracción de las firmas sobre la muestra total considera que la demanda es un impulso determinante para la innovación. El 60% de las firmas de la muestra consideran importantes los indicadores de demanda mientras que el 24% de la muestra consideran importantes los indicadores de la política tecnológica. Con respecto a las relaciones de interés, la probabilidad de realizar gastos en I+D y los resultados de innovación aumenta con el tamaño de la firma, con el grado de diversificación de la empresa, la participación en el mercado, mediante impulsos desde la demanda y la política tecnológica. Por último, se demuestra que la productividad se correlaciona positivamente con los resultados de innovación de las empresas.

²⁸ Un problema que suele presentarse en la evaluación de políticas y programas es que las empresas seleccionan si toman parte o no en ciertos comportamientos o programas. Este tipo de selección muestral denominada *autoselección* indica que las empresas son las que deciden la realización de esfuerzos de innovación en forma no aleatoria sesgando los resultados de las estimaciones. Este término suele usarse cuando un indicador binario de participación puede estar sistemáticamente relacionado con factores no observables (Wooldridge, 2006; Angrist y Pischke, 2008).

En segundo lugar, Pavitt (1984) realiza un análisis estadístico de datos provenientes de 2000 firmas innovadoras de Inglaterra para el período 1945-1979 e identifica los patrones sectoriales de innovación. La unidad de análisis es la firma innovadora que además de las fuentes institucionales del conocimiento para la realización de innovaciones (universidades, laboratorios públicos), se distribuye de acuerdo al tamaño de la firma y los sectores.

Los resultados de la muestra indican que todos los encuestados identifican al menos una fuente institucional de conocimiento, el 40% identifican dos fuentes de conocimiento y el 3% identifica tres fuentes de conocimiento. Sólo el 7.4% de la muestra identifican como input de conocimiento al proveniente de la infraestructura pública tecnológica (educación universitaria, laboratorios del gobierno, y asociaciones de investigación), el 34% proviene desde otras firmas industriales y el 58.6% de firmas hacia el interior del sector.

Además analizan los patrones de innovación en los sectores de acuerdo a la interacción usuario productor que los determine. Según la actividad principal de las firmas se pueden desarrollar trayectorias tecnológicas de acuerdo a los requerimientos de los usuarios y las posibilidades de apropiación de la tecnología según el tamaño de la firma. En su taxonomía desarrolla tres categorías o patrones de innovación:

- a) *Dominada por Proveedores*, en la cual la innovación viene desde fuera, de proveedores de equipamiento y materiales, de grandes usuarios y de financiamiento recibido desde el gobierno.
- b) *Producción Intensiva* en el que se incluyen los *sectores intensivos en escala* (sector automotriz y procesamiento de materias primas e insumos básicos donde la mayoría de las innovaciones son de proceso y *proveedores especializados* que incluye el sector de maquinaria e instrumentos, un tamaño mediano de empresa con usuarios sensibles a desempeño y diseño.
- c) *Basada en la ciencia*: formado por sectores especializados en equipos de electrónica y sectores químicos; con fuentes de innovación externa proveniente de la infraestructura pública y la I+D en las universidades y fuentes internas proveniente de los departamentos de I+D en las empresas.

- d) Además propone una cuarta categoría que deberían incluirse en base a *las compras gubernamentales* y la utilidad que implica la compra de bienes de capital de altos costos relacionados a la defensa nacional, la energía las comunicaciones y transporte.

En tercer lugar, el objetivo del trabajo de Crespi y Zuniga (2011) es analizar los determinantes de la innovación tecnológica y sus impactos sobre la productividad en las empresas de seis países latinoamericanos: Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá y Uruguay. Para esto se recurre a la estimación de modelos basados en la tradición de Crépon, Duguet, y Mairesse (1998) – CDM- utilizando la información proveniente de encuestas nacionales de innovación. Para estos autores, es determinante en los países en desarrollo (PED) la innovación tecnológica para el crecimiento de la productividad en sus economías y lograr el *catching up* ya que existe una estrecha relación entre la inversión en I+D, la innovación, la productividad, el PBI *per cápita*, y el crecimiento de largo plazo a nivel de firmas y países. La hipótesis del trabajo es que existe una relación positiva entre la inversión en tecnología, la innovación y la productividad.

No obstante, la importancia de esta relación se evidencia con más fuerza y en forma favorable en los países desarrollados cercanos a la frontera tecnológica. Estas articulaciones en los PED (I&D, innovación y productividad) se atenúan dado que cobra más importancia las innovaciones incrementales bajo aprendizaje por imitación e incorporación de tecnología desarrollada en los países centrales (adquisición de maquinaria y equipo y la compra de tecnología desincorporada como licencias y patentes).

El abordaje metodológico se basa en la tradición de estudios Crépon et. al (1998) o *CDM* que constan de un sistema de tres ecuaciones: (i) una que relaciona los *inputs* de innovación y sus determinantes, (ii) una función de producción de innovación que relaciona los *inputs* de la innovación con sus *outputs* (innovación de producto y/o proceso), y (iii) una función que relaciona la innovación y la productividad (laboral). Además de las características de las empresas el modelo incluye factores externos que influyen la decisión de las firmas a innovar: impulsos a la innovación por factores de

demanda (regulatorios ambientales y de sanidad); factores de impulsos tecnológicos (oportunidades científicas); políticas de innovación (subsidios en I+D) además de variables de control como las exportaciones, tamaño de la firma y la obtención de patentes.

Los resultados de las estimaciones para los países analizados son las siguientes: (a) En países desarrollados, la innovación tecnológica conduce a mejoras de desempeños de las empresas (productividad, ventas, márgenes de ganancia) y la inversión en I&D conduce a resultados de innovación (en producto y proceso); (b) En países en desarrollo, la evidencia sobre la relación entre I&D e innovación es confusa (existen resultados dispares); también es inconclusa la evidencia sobre el impacto de la innovación sobre la productividad; (c) El impacto de financiamiento público para la innovación (inversión en I+D) es mayor en aquellas empresas que lo reciben; (d) Las fuentes de información de mercados como (usuarios, competidores, oferentes, firmas y expertos) solo es significativa en el caso de Colombia (55%) y el impacto de la innovación tecnológica sobre la productividad laboral para Argentina para el período 1998-2001 es de 0.24.

Se hará una breve mención a la metodología utilizada en base a un modelo Tobit para corregir el sesgo por selección muestral. El modelo Tobit utilizado se caracteriza por ser un modelo para datos censurados y es válido solo para soluciones de esquina o cuando no existe selección muestral, siendo las mismas una solución aleatoria (la firma decide no innovar o el monto que va a invertir en gastos de innovación en forma aleatoria) pero para otro subconjunto de firmas que deciden no innovar dadas otras características particulares, el modelo Tobit no es una buena estimación. Lo apropiado podría ser la utilización de una metodología que balancee y empareje los datos previamente (*modelo de Heckman o modelo de Propensity Score Matching*) “macheando” características similares de los grupos tratamiento y control. Luego de una muestra balanceada con similares características se podría continuar mediante el cálculo de las medias de cada grupo (firmas innovadoras y no innovadoras) del monto total invertido en actividades de innovación. De esta manera se resuelve el problema de selección muestral y se balancea la muestra para poder tener una medida mejorada que resuelve el problema de selección muestral.

Por su parte, (Robert, Yoguel, Suarez y Barletta, 2010) analizan el comportamiento innovador de pequeñas y medianas empresas para el caso de Argentina considerando indicadores de esfuerzos innovadores y de resultados de innovación. Para este último se utilizó una variable dicotómica que consideraba la innovación en producto y en proceso respectivamente. En cuanto a los esfuerzos de innovación se consideraron aquellas actividades de innovación que se vinculaban a: (a) I+D. (b) adquisición de maquinaria asociada a nuevos productos o procesos (c) adquisición de licencias y patentes (d) diseño (e) actividades de capacitación (f) actividades de marketing. Los resultados para la muestra considerada establecen para el periodo comprendido entre los años 2006-2008 que el 33% de las firmas habían introducido innovaciones de proceso, el 38% las correspondientes a producto y el 39% habían producido al menos una de las dos. Por otro lado la intensidad de la innovación tiene impactos en la productividad laboral de 0.25 y en la productividad total de los factores de 0.35.

Agosin et al., (2014) en la reciente publicación del Banco Interamericano de Desarrollo “¿Cómo repensar el desarrollo productivo? políticas e instituciones sólidas para la transformación económica” realizan una compilación de evaluaciones de impacto realizadas para países seleccionados de América Latina. Para estos estudios de impacto se utilizaron técnicas de matching que formaron grupos comparables de beneficiarios y no beneficiarios sobre la base de características observables de las empresas. Particularmente, para el caso de la Argentina se analiza para el período comprendido entre 1994-2001 y 2001-2004 el impacto *directo* sobre la inversión en innovación del instrumento Fontar (Fondo Tecnológico Argentino) otorgado por La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) dirigidos al mejoramiento de la productividad del sector privado a través de la innovación tecnológica²⁹. Los resultados de estos estudios establecen un impacto medio *directo* sobre la inversión en innovación y la intensidad total de I+D del 15% Y 18% respectivamente.

²⁹ El principal indicador de impacto son las inversiones privadas en innovación o en I+D medidas de dos maneras: el logaritmo natural del total de inversión en I+D, y la *intensidad total de I+D* que se calculó como la participación de los gastos de I+D sobre las ventas innovativas.

Por otro lado el BID extendió los resultados anteriores a un período más amplio para analizar los impactos *indirectos* del Fontar en el desempeño de las empresas cuyo principal indicador es la productividad laboral³⁰, mediante la metodología de efectos fijos (EF). Los resultados establecen impactos positivos para Colombia, Chile y Panamá del orden del 9% al 12% en las empresas y del 10% al 24% cuando los proyectos se realizan en forma conjunta entre empresas y universidades³¹.

Castillo, Maffioli, Rojo y Stucchi, (2014) evalúan los impactos en el empleo³² del Programa de Apoyo a la restructuración empresarial (PRE) implementado en Argentina³³ para una base de datos de PyMEs Argentinas desde 1996 hasta 2008. Este programa tuvo el objetivo de incrementar la competitividad de las PyMEs en Argentina mediante la cofinanciación de asistencia técnica de apoyo a las actividades de innovación de producto y de proceso. La hipótesis de este estudio establece que el cambio tecnológico (innovación en producto y proceso) produce no solo aumentos en la eficiencia sino también que genera nuevos y mejores puestos de trabajos. Utilizando una metodología que combina efectos fijos y puntajes de propensión para lograr una base balanceada de empresas beneficiarias y no beneficiarias del PRE, encontraron que tanto el apoyo recibido para innovaciones en producto y proceso aumentan el empleo y los salarios³⁴. Los resultados del estudio sugieren un impacto del 20% en el empleo de una empresa mediana, es decir la creación de 5 nuevos puestos de trabajo en base a la media de la distribución del empleo y de 3 empleos en base a la mediana de la distribución (de la base emparejada). Se sugiere la importancia de las políticas de innovación y competitividad en los países emergentes con el objetivo de crear más y mejores empleos, incluso en el corto plazo.

³⁰ Se requirió de un periodo más prolongado (5 años) para medir los impactos de la inversión en innovación sobre la productividad laboral.

³¹ El impacto en la productividad laboral se realizó para Colombia, Chile y Panamá.

³² El indicador de empleo es el logaritmo natural del empleo.

³³ El programa cofinanció asistencia técnica para apoyar actividades de innovación tanto de mejoras de procesos como de productos en las empresas.

³⁴ La base de datos utilizada fue una fusión en base al expediente administrativo del programa, base de datos provenientes del Observatorio de Empleo del Ministerio de Trabajo de la Nación y ANSES.

Si bien en la evidencia revisada se advierte la inclusión de indicadores de demanda, predominan aquellos que incluyen elementos de estímulo desde la oferta como impulso a la innovación y al desempeño de la firma. Sin embargo, se presentan a continuación dos estudios que se focalizan en las políticas de demanda para la innovación. Uno de ellos, en base a un estudio de micro datos estudia los impactos de las políticas de innovación orientadas desde la demanda para el caso de empresas alemanas. El segundo caso en base a un análisis descriptivo de datos del presupuesto de Argentina se analiza el esfuerzo de las compras gubernamentales como herramienta de la política industrial para el desarrollo de sectores “sensibles” en Argentina.

En primer lugar, Aschhoff y Sofka (2009) analizan las compras públicas junto con las políticas regulatorias, financiamiento público en I+D, e investigación básica en universidades como instrumentos que integran a la política de innovación en Alemania y en toda la Unión Europea. En particular, las compras públicas representaban para el año 2003 un 11% del PIB de la Unión Europea y un 16% para el año 2009 (Georghiou et al. 2013). En Alemania, las compras públicas de innovaciones representaban hacia el año 2009 el 16% del PIB. El objetivo de este estudio es comparar los impactos en la innovación de las CPI con respecto a otros instrumentos de la política de innovación a nivel de la firma. La investigación se realiza en base a datos de corte transversal para el año 2003 proveniente de encuestas de innovación para 1149 empresas Alemanas del sector industrial y de servicios³⁵.

La variable dependiente de impacto (variable respuesta) que utilizan se basa en la participación en las ventas totales de los productos innovativos, dentro de las variables independientes se incluye a las compras públicas de innovación, los impulsos de innovación provenientes de las universidades y del financiamiento público³⁶. Finalmente

³⁵ Utilizan la base de datos de panel de innovación “Mannheim” que se realiza anualmente por el Centro de Investigación para la Economía Europea en la órbita del Ministerio de Educación e Investigación.

³⁶ Para el indicador de *compra pública* construyeron variables binarias para aquella proveniente del sector de administración pública, defensa y seguridad social. Construyeron una variable binaria control para las compras públicas del sector de defensa y poder captar el impacto de innovación de este tipo de compras con las compras de innovación hacia otros sectores. También construyeron variables binarias como indicadores de la vinculación con *universidades* que incluía laboratorios

las variables de control que se incluyeron en el modelo representaban la capacidad de absorción y características estructurales de la firma para analizar la variación de los impactos de la innovación de acuerdo al tamaño de la firma, localización y de acuerdo al sector: (a) gastos en I+D (participación en las ventas totales) y si los hacía en forma persistente (variable binaria) (b) edad de la empresa (c) tamaño de la empresa (número de empleados) (d) localización de la empresa en Alemania del este (variable binaria) (e) internacionalización (participación de las exportaciones en las ventas totales) (f) si es una empresa subsidiaria (variable binaria) (g) sectoriales (tecnología media-alta, alta tecnología, servicios, servicios basados en el conocimiento, servicios tecnológicos). De acuerdo a la base tomada en consideración de firmas que realizaron actividades de innovación pero que no introdujeron novedades al mercado se utilizó un modelo Tobit para tomar en cuenta la variable dependiente censurada³⁷. El resultado de este estudio confirma la hipótesis del mayor impacto de la política de compras públicas de innovación (CPI) sobre los demás instrumentos de política de innovación de oferta en el estímulo a la innovación de las firmas.

Es interesante la digresión que hace este estudio en cuanto a la naturaleza no aleatoria de la participación de las firmas a los programas de políticas tomados en consideración. Si no se toma en cuenta esta consideración el verdadero impacto del programa en la innovación entre participantes puede contener sesgos en su estimación. De esta forma aplicaron un procedimiento no paramétrico de matching (*Propensity Score Matching*) que controla por la potencial selección muestral en la que se puede incurrir en este tipo de estudios³⁸. Luego de implementada esta metodología se confirman los resultados previos

públicas e instituciones públicas de I+D e indicadores binarios de la política de *financiamiento* y de la política regulatoria.

³⁷ La variable dependiente es observable solo para aquellas firmas que introdujeron novedades al mercado.

³⁸ La idea básica de la metodología de Propensity Score Matching es balancear la muestra y construir dos grupos comparables de empresas innovadoras y no innovadoras y evaluar el impacto medio de los instrumentos de políticas en la propensión a innovar.

de mayor impacto de las CPI con respecto a los demás instrumentos de innovación (regulatorias, financiamiento I+D, instituciones públicas de CYT)³⁹.

Aldo Ferrer (1976) ya señalaba la importancia de las políticas de compras públicas como *“herramienta básica de promoción del desarrollo científico y tecnológico”*. Además estableció que los vínculos de la demanda pública de bienes de capital y tecnología se veían debilitados en los países de América Latina y no era comparable el rol del sector público al asumido en los países centrales. Esto se debía principalmente a las ataduras de préstamos del exterior en base a componentes importados que incluían la ingeniería del proyecto y a la poca coordinación entre diversas jurisdicciones que impedían organizar la demanda pública para estandarizarla y contribuir a disminuir los riesgos de inversión en I+D que requiere la innovación.

Sin embargo en un trabajo reciente, Lavarello y Sanabria (2015) analizan la herramienta de compras públicas gubernamentales en Argentina a partir de un análisis del presupuesto nacional. En períodos anteriores al proceso de privatización de los años '90 la compra pública se había constituido como una herramienta de desarrollo tecnológico de incentivo a la promoción de empresas públicas e impulso a sectores intensivos en tecnología logrando un caso testigo con INVAP. Esta empresa de alta tecnología dedicada al diseño, integración, y construcción de plantas, equipamientos y dispositivos se consolidó como empresa estatal en áreas de alta complejidad en el sector de energía nuclear, tecnología espacial, tecnología industrial y equipamiento médico y científico.

A partir del período comprendido entre los años 2010 – 2013 la herramienta de compra pública sirvió de amplio apoyo a sectores denominados “sensibles” para el desarrollo tecnológico nacional como es el caso de la industria satelital y la industria de defensa, además como política orientada con un objetivo social de resolución de problemas sanitarios y defensa desde una perspectiva de demanda. Las compras gubernamentales, pasaron a representar del 5.2% para el período 2004-2006 del total de apoyos fiscales y financieros (0.2% del PIB manufacturero), 6.1% en el periodo 2007-2009 (0.2% del PIB

³⁹ Este resultado se intensifica en el caso de las pequeñas firmas en regiones económicamente postergadas.

manufacturero) y un total de 7.8% hacia el periodo 2010-2013 (0.6% del PIB manufacturero). El fuerte impulso a la industria manufacturera comprendido en el último periodo se explica principalmente por las compras gubernamentales del ministerio de salud y del ministerio de defensa⁴⁰. Este impulso del sistema de salud pública está dado por los gastos de medicamentos antirretrovirales y la provisión gratuita de medicamentos a pacientes con enfermedades de cáncer que brinda los hospitales públicos mediante el Banco Nacional de Drogas Oncológicas. Además, el principal componente de compra pública del sector salud son los programas de vacunación nacionales debido a la ampliación de la cantidad de vacunas en el calendario de vacunación oficial. Esto último permitió algunas experiencias de empresas nacionales que ampliaron sus capacidades tecnológicas a partir de transferencia tecnológicas de empresas multinacionales, para producir vacunas que resuelvan problemas urgentes de la sociedad como es el caso de la vacuna contra la gripe A. Este trabajo plantea un primer esbozo de la importancia creciente de la compra gubernamental como herramienta de política tecnológica que requiere ser complementado con un análisis de impacto de estas políticas sobre el desempeño de las firmas en Argentina.

En síntesis, luego de la revisión de una serie de trabajos de evaluación de impacto de los instrumentos de política de innovación, la medición de la innovación y su impacto en el desempeño de la firma, y el rol de las compras públicas en países desarrollados y en desarrollo como es el caso de Argentina, a continuación se hará una breve descripción de las variables a utilizar. Se realiza una descripción de las variables dependientes, variables independientes y variables control que se utilizan posteriormente en la estrategia de identificación y los modelos econométricos.

2.1. Variables Dependientes

La construcción de variables dependientes o variables respuesta se presentan de acuerdo a las relaciones de interés que se pretenden captar en la presente investigación. En primer lugar, interesa la relación que existe entre las políticas de innovación orientada desde la

⁴⁰ Las compras gubernamentales del ministerio de salud representa el 72% del total seguido por las compras del sector de defensa.

oferta y la demanda con los procesos de innovación y aprendizaje hacia el interior de las empresas PyMEs en Argentina. En segundo lugar, interesa el impacto de la decisión de innovar sobre el desempeño de la firma. De esta forma, el primer apartado describe las variables dependientes de *Innovación* y el segundo apartado describe las variables dependientes de *desempeño* de la firma que se utilizarán en las especificaciones econométricas.

2.1.1. Variables dependientes de innovación

El Manual de Oslo (OCDE, 2005) que se constituye como guía para el relevamiento e interpretación de datos sobre innovación la define como “la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las practicas internas de empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores” (p.56).

Existe una amplia discusión sobre la forma de medir la innovación. Mientras ciertos enfoques buscan medir el comportamiento innovador de las firmas mediante “esfuerzos de innovación” o “insumos de innovación” otros se fundamentan en los “resultados de innovación”. El primer criterio se corresponde de acuerdo a la realización de actividades de innovación dentro de la empresa innovadora⁴¹. Las actividades de innovación según OCDE (2005) están conformada por aquellas actividades “científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen efectivamente, o tienen por objeto conducir, a la introducción de innovaciones. Las actividades de innovación incluyen también a las de I+D que no están directamente vinculadas a la introducción de una innovación particular” (p.57).

En particular para esta investigación, se considera a la innovación en base a sus dos enfoques considerados en el apartado a) y b). Se construye el patrón de innovación de la PyMEs en base a un análisis de componentes principales que resume la información de

⁴¹ Según OCDE (2005) “una empresa innovadora, en cuanto a producto/proceso, es una empresa que ha introducido un nuevo producto o proceso, o lo ha mejorado significativamente durante el período en estudio” (p.57).

las actividades de innovación cuya definición está estipulada en la encuesta MAPA PYME.

a) *Resultados de Innovación*

Para medir los resultados de innovación se utilizó una variable binaria para la incorporación nuevos o significativamente mejorados productos al mercado⁴² (Anexo C, Tabla 2).

b) *Patrón de innovación: Análisis de Componentes Principales (ACP)*

Buscando identificar los patrones de innovación de las PyMEs en Argentina, se realiza un análisis factorial de componentes principales (ACP) el cual permite reagrupar la información brindada por un conjunto de variables de actividades innovación en un número de componentes (menores al número de variables originales). La ventaja que tiene este análisis es re orientar la información brindada por las variables originales de forma tal que puedan ser descriptas por un número menor de “factores” o “componentes” que capturen una máxima cantidad de información (variación) de las variables originales. En este caso el interés está en resumir en un número de componentes (menor a las variables originales) ciertos patrones de las actividades de innovación de las empresas PyMEs en base a la información original de la muestra.

De esta manera en base al formulario que contempla las actividades de innovación e investigación y desarrollo del Mapa PyME se consideran 8 variables referidas a las actividades de innovación⁴³ durante el período comprendido entre Junio 2006 – Junio 2008:

⁴² Según OCDE (2005) “Una *innovación de producto* se corresponde con la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales” (p.58).

⁴³ Las variables originales de las actividades de innovación son dicotómicas, toman valor 1 si la empresa realiza es actividad de innovación o 0 en caso contrario.

1. I+D Interna: Trabajos creativos realizados dentro del local de forma sistemática a fin de aumentar el volumen de conocimientos para concebir nuevas aplicaciones (*AI_Interna*).
2. I+D Externa: Las mismas actividades anteriores pero realizadas por otras organizaciones (incluidas las empresas vinculadas) (*AI_Externa*).
3. Adquisición de maquinaria y equipo informático: específicamente comprado para realizar nuevos o sensiblemente mejorados productos y/o procesos (*AI_Maquinaria*).
4. Adquisición de otros conocimientos externos: Compra de derecho de uso de patentes y de invenciones no patentadas, licencias, know-how, marcas de fábrica y otros tipos de conocimientos de otras organizaciones para utilizar las innovaciones de su local (*AI_Conocimiento*).
5. Diseño u otros preparativos para producción y/o distribución para la realización real de innovaciones de productos y de proceso no comprendidos en otros apartados (*AI_Diseño*).
6. Formación: interna y externa para el personal destinado al desarrollo e introducción de innovaciones (*AI_Formación*).
7. Introducción de innovaciones en el mercado: Actividades internas o externas de comercialización directamente relacionadas con la introducción en el mercado de productos nuevos o sensiblemente mejorados en su local (*AI_Introducción*).
8. Otras actividades de innovación (*AI_Otros*).

Para comenzar con el análisis de componentes principales (ACP) se presenta la matriz de correlaciones entre las variables de innovación enumeradas anteriormente para garantizar que existe redundancia en la información y que se puede reducir a un menor número de componentes que resuma gran parte de la variabilidad total (nuevas variables)⁴⁴.

⁴⁴ Al ser dicotómicas las variables de innovación se trabaja con la matriz tetratórica de correlaciones (Battisti y Stoneman, 2012; Frenz y Lambert, 2009).

Cuadro 1. Matriz de Correlaciones de Actividades de Innovación

Actividades de innovación	de	AI_Interna	AI_Externa	AI_Maquinaria	AI_Conocimiento	AI_Diseño	AI_Formación	AI_Introducción	AI_Otros
AI_Interna		1							
AI_Externa		0.7902*** (0.0000)	1						
AI_Maquinaria		0.6997*** (0.0000)	0.5959*** (0.0000)	1					
AI_Conocimiento		0.5877*** (0.0000)	0.4856*** (0.0000)	0.6063*** (0.0000)	1				
AI_Diseño		0.6483*** (0.0000)	0.4996*** (0.0000)	0.5852*** (0.0000)	0.3978*** (0.0000)	1			
AI_Formación		0.8044*** (0.0000)	0.6555*** (0.0000)	0.7817*** (0.0000)	0.5952*** (0.0000)	0.6535*** (0.0000)	1		
AI_Introducción		0.6563*** (0.0000)	0.5187*** (0.0000)	0.5803*** (0.0000)	0.4986*** (0.0000)	0.6364*** (0.0000)	0.6751*** (0.0000)	1	
AI_Otros		0.1729*** (0.0045)	0.1751** (0.0499)	0.3622*** (0.0000)	0.2459*** (0.0044)	0.2613*** (0.0000)	0.2504*** (0.0000)	0.1613** (0.0280)	1

Notas: Entre paréntesis se encuentra el Valor-p de significatividad del coeficiente de correlación *p<0.10, **p<0.05, p<0.01.

Fuente: Elaboración propia en base a MAPAPYME.

Del análisis de la matriz, surge un grado de asociación fuerte entre las actividades de innovación, que en la mayoría de los casos se encuentra por encima de 0.5, indicando que las actividades de innovación no se realizan de forma independiente una de las otras. Sin embargo, la última categoría no presenta este grado de asociación con el resto de las variables.

Luego del cálculo del estadístico Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ⁴⁵se realiza el análisis factorial para la muestra de actividades siguiendo el criterio de Kaiser o Regla de Kaiser-Guttman Kaiser (1960), que recomienda retener solo aquellos componentes con auto valores mayores que uno. Esto significa de forma intuitiva que cada componente debe resumir la mayor variabilidad de aquellas variables originales. Siguiendo este criterio se seleccionaron dos componentes principales con auto valores mayores a uno ⁴⁶.

⁴⁵ El cálculo del estadístico Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) se realiza para garantizar la adecuación de los datos a una análisis de ACP, para esta muestra de actividades de innovación es de 0.8236. Es deseable un valor cercano a 1 para proceder con el análisis ACP. Este estadístico mide la dimensión de la suma de correlación espaciales en relación a la suma de las correlaciones

⁴⁶ Los auto valores de cada componente en este caso fueron de 2.738 para el primer componente y de 1 para el segundo, por lo que se considera solo el primer componente por estar en el umbral de la regla de Kaiser-Guttman.

En el Cuadro 2 se muestra la matriz factorial con los valores de la carga para cada componente, es decir muestra las correlaciones entre el componente y la variable original. En la última columna se muestra la variabilidad de cada una que no es explicada por el componente.

Cuadro 2. *Análisis de componentes principales de las actividades de innovación: matriz factorial.*

Variable	Componente 1	Componente 2	Varianza no explicada por los componentes
AI_Interna	0.464	-0.079	0.418
AI_Externa	0.317	-0.161	0.715
AI_Maquinaria	0.398	0.172	0.516
AI_Conocimiento	0.244	0.085	0.823
AI_Disenio	0.353	0.045	0.651
AI_Formacion	0.460	0.016	0.420
AI_Introduccion	0.359	-0.065	0.652
AI_Otros	-0.001	0.961	0.059

Nota: Número de Observaciones: 5499.

Fuente: Elaboración propia en base a Mapa PyME.

Se concentra la atención en aquellas cargas factoriales por encima de 0.35 del componente 1 como relevante para la interpretación del patrón de innovación. El patrón de innovación de las empresas PyMEs para el período considerado se centra en la realización de actividades de innovación internas así como también de incorporación de maquinarias, de diseño, formación e introducción de productos al mercado.

Finalmente, luego de determinado el patrón de innovación se construyó una variable binaria en torno a la media de la distribución continua del componente 1 derivado del ACP. Esta variable binaria se utiliza como variable dependiente para el modelo de probabilidad no lineal (*Probit*) y para estratificar la muestra en grupos de empresas, innovadoras y no innovadoras. Las empresas que integran el grupo de innovadoras se definen como aquellas empresas que innovan de acuerdo al patrón determinado en el ACP y las no innovadoras son aquellas que no tienen ese patrón de innovación. Posteriormente

estos dos grupos de empresas servirán en el estudio de impacto de innovación sobre la productividad y en el empleo de la empresa PyME (Anexo, C Tabla2).

2.1.2. Variables dependientes del desempeño de la empresa

El Manual de Oslo (OCDE, 2005) define los criterios de impacto de la innovación sobre ciertas variables respuestas de las empresas innovadoras. Dentro de las variables de desempeño se incluye a los efectos sobre las ventas y las cuotas de mercado así como también la mejora de la productividad y la eficiencia. Para esta investigación, se consideró como variable representativa del desempeño de la empresa y como variable de impacto de la innovación a la productividad laboral y al empleo de la firma (Anexo, Tabla 2).

2.2. Variables Independientes

Para caracterizar a la política de innovación desde la oferta se utiliza el instrumento Fontar de financiamiento de I+D que otorga la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). Además como relevantes de la política tecnológica y de la infraestructura de Ciencia y tecnología se toman aquellas instituciones del SNI argentino con la cual la empresa puede haber capturado ciertas oportunidades tecnológicas. En segundo lugar y representativa de los usuarios (entre ellos el sector público) como determinantes en los procesos de innovación, se toman los destinos de producción de las empresas PyMEs Argentinas (Anexo C, Tabla 2).

Se construyeron variables binarias para captar las relaciones de interés representativas de la política de innovación de oferta y de la vinculación de las empresas PyMEs con las instituciones de Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Innovación. Se consideran aquellos organismos e instituciones que han tenido relación o con los cuales han desarrollado alguna actividad formal o informal para potenciar las capacidades institucionales.

En segundo lugar se construyeron variables binarias a partir de la variable seleccionada “Destino de Producción” que se constituye como el principal destino de producción de la empresa durante el año 2008. A partir de esta variable que se considera representativa de

los *Usuarios* de innovaciones se encuentra como usuario avanzado el “Sector/ Administración pública” que es representativa de las compras públicas a las PyMEs.

Además, se utilizó la variable representativa de fuentes de información para la innovación provenientes de los usuarios y de los organismos públicos de ciencia y tecnología. Estas variables representan la importancia de las especificaciones funcionales de los usuarios como fuente de información y el apoyo brindado de los organismos de CYT en el desarrollo del producto y su introducción en el mercado.

2.3. Variables de Control

Se añadieron variables de control en base a características estructurales de la firma y el sector que son determinantes de los procesos de innovación (Anexo C, Tabla2)

- i. *Tamaño de la firma*: se construyeron variables binarias de acuerdo al tamaño de la firma en base a la cantidad de empleados y monto de facturación.
- ii. *Edad de la empresa*: es una variable continua desde el año de inicio de actividad de la empresa hasta el año en que se realizó la encuesta.
- iii. *Exportaciones*: variable binaria que responde a la pregunta si la empresa durante el año 2008 registro ventas al exterior.
- iv. *Sectores*: se construyeron variables binarias por sector en base al Clasificador Nacional de Actividades Económicas 2004.
- v. *Origen de los capitales*: es una variable binaria que representa el origen de capital nacional de la empresa.

2.4. Estadísticas Descriptivas

A continuación se hará una breve descripción de las variables como paso previo a la metodología de estimación que se utiliza en la presente investigación. Sobre la muestra total de firmas que se tomó en consideración un 32% integra el patrón de innovación mencionado anteriormente, mientras que un 58% ha introducido en el mercado productos

(bienes o servicios) nuevos o sensiblemente mejorados durante el periodo junio 2006-junio 2008⁴⁷ (Anexo C, Tabla 3).

Con respecto a las variables de desempeño de las firmas la productividad laboral tiene una media para toda la muestra de 86.610,3 miles de pesos anuales, mientras que el tamaño medio de empresa para toda la muestra es de 44 empleados con un máximo de 786 personas contratadas.

Con respecto, a las variables independientes correspondientes a la vinculación que tienen las PyMEs con instituciones del SNI o con instrumentos de financiamiento estimulados por una política de innovación a las capacidades tecnológicas, se observa que la mayor vinculación se obtuvo con Secretaria de la Pequeña y Mediana Empresa (SEPYME, 8% de la muestra); con el Ministerio de Trabajo (8% de la muestra) y el 6% con el INTI. El 4% han recibido financiamiento en base al FONTAR el 3% han tenido vinculación con la Secretaría de ambiente y Desarrollo Sustentable. Por último, es menor la vinculación con la Secretaría de Ciencia y Técnica, con el INTA, con la Secretaría de Agricultura y con el ministerio de Desarrollo Social.

El instrumento de financiamiento de I+D como el FONTAR tiene una participación del 3.9% en el total de la muestra y el sector público como principal usuario representa el 2.5% de la muestra total de PyMEs⁴⁸. Los usuarios que predominan en las empresas PyMEs son las empresas privadas industriales y el comercio mayorista, seguido por las empresas minoristas y privadas de servicios, las empresas agropecuarias y por ultimo las empresas públicas. Sin embargo, el 18% consideraron como fuente de información para la innovación en el periodo junio 2006-junio 2008 a los usuarios para sugerir nuevos proyectos de innovación o para contribuir a la realización de los proyectos ya existentes en ese periodo. EL 21% de la muestra consideraron relevante como fuente de innovación los organismos públicos de CYT; el 14% la publicación en revistas profesionales; el 11% a los proveedores de equipos y alrededor del 10% de la muestra a la participación en

⁴⁷ Este porcentaje corresponde a una submuestra de un total de 1213 observaciones que contestaron la pregunta de *Innovación de producto*.

⁴⁸ Destino de Producción Sector/Administración Pública

congresos y proveedores de insumos. Las universidades, así como las fuentes internas al local, los competidores o la posibilidad de vincularse con otras empresas fueron fuentes de información para la innovación poco relevante para la muestra total entre el 1.8 % y el 5.5%⁴⁹.

Con respecto al tamaño de la firma (por cantidad de empleados) se observa que la muestra se compone en forma mayoritaria por Pequeñas empresas (66% de la muestra) seguido por empresas Medianas y Micro empresas y por ultimo Grandes empresas⁵⁰. La firma promedio de la muestra tiene alrededor de 19 años y el 17% tuvieron ventas dedicadas a la exportación en el año 2008. En cuanto a los sectores que se tomaron en consideración, el 16% corresponde al Sector Alimentos y Bebidas, el 11% al Sector de Maquinaria y Equipos e Instrumentos Eléctricos y de Precisión.; un 10% al Sector de Metales Comunes y Sector textil, un 9% corresponde al sector de servicios empresariales y consultoría; 8% al sector Papel, 6% a sector de plástico. Por otro lado el Sector Automotriz y Equipo de Transporte, el Sector Químicos y de Salud se ubican con un 5% en el total de la muestra⁵¹. Los que tienen la menor participación son aquellos del sector de Comunicaciones, el sector de Software Minerales no metálicos y el sector Madera con un 4% respectivamente.

3. Estrategia de Identificación

En este apartado se especifican la metodología y modelos econométricos que captan las relaciones de interés que se proponen en las hipótesis del presente trabajo. En primer lugar, se estima un modelo no lineal de probabilidad (*probit*) que tiene como objetivo analizar los determinantes del patrón de innovación de las PyMEs o bien de la introducción de nuevos productos al mercado. En este modelo se introducen las variables institucionales y de política pública representativas del SNI y de la política de innovación, así como también las variables de control representadas por las características observables de las

⁴⁹ Este porcentaje corresponde a una submuestra de 1193 observaciones que contestaron la pregunta *Fuentes de información para la innovación*.

⁵⁰ Esto se verifica también en la clasificación del tamaño de la empresa por facturación aunque su composición es diferente, con un 38% de empresas Pequeñas, seguido por 33% empresas Medianas, 10% empresas Menores a Micro, 9.3% de Micro empresas, un 20% de empresas Medianas a Grandes y un 1.3% de empresas Grandes.

⁵¹ Los porcentajes se corresponden con un submuestra de 3294 observaciones.

empresas y las variables sectoriales. En una segunda instancia, se presentan los estimadores de emparejamiento y de efectos tratamiento que tienen como objetivo medir el impacto promedio de la innovación en la creación de empleo y en la productividad laboral.

3.1. Modelo no lineal de probabilidad (Probit)

Cuando la relación causal de interés es la probabilidad de respuesta de un fenómeno (en este caso la probabilidad de realizar actividades de innovación) es deseable utilizar un modelo de elección binaria o modelo no lineal de probabilidad. Esto se debe a la dificultad que presentan los Modelos Lineales de Probabilidad (estimación mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios) para estudiar modelos de decisión. Los estimadores MCO en este caso pueden tomar valores fuera del rango admisible (negativos o mayores que uno) y estimar efectos marginales constantes. Para la contrastación de la primera hipótesis de investigación se propone el siguiente modelo *probit*:

$$P(y = 1|x) = G(\beta_0 + X\beta) \\ = G(\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \beta_5x_5 + \beta_6x_6 + \beta_7x_7)$$

Que toma la siguiente especificación para esta investigación:

$$P(y_i) = G(\beta_0 + \beta_1O_{GNi} + \beta_2Usuarios_i + \beta_3Sector_i + \beta_4TipoEmpresa_i \\ + \beta_5Expo_i + \beta_6EdadEmpresa_i + \beta_7OrigenCapitales_i) \quad (1)$$

En donde,

- i. $y_i = innovacion_d$, variable binaria en torno a la media del Análisis de componente principal⁵² representativa del patrón de innovación de las PyMEs.

⁵² Buscando identificar los patrones de innovación de las PyMEs en Argentina, se realiza un análisis factorial de componentes principales (ACP) el cual permite reagrupar la información brindada por un conjunto de variables de actividades innovación en un número de componentes (menores al número de variables originales). La ventaja que tiene este análisis es re orientar la información brindada por las variables originales de forma tal que puedan ser descriptas por un número menor de “factores” o “componentes” que capturen una máxima cantidad de información (variación) de las variables originales.

- ii. O_{GN_i} = variables binarias de vinculación con organismos del Gobierno Nacional (SNI) e instrumentos de financiamiento (FONTAR) correspondiente a una política de innovación.
- iii. $Usuarios_i$ = variables binarias en torno a los usuarios finales de innovaciones.
- iv. $Sector_i$ = variables binarias sectoriales.
- v. $TipoEmpresa_i$ = correspondiente al tamaño de la empresa según cantidad de empleados o monto de facturación.
- vi. $Expo_i$ = variable binaria correspondiente a la exportación de la empresa.
- vii. $EdadEmpresa_i$ = correspondiente a la edad de la empresa.
- viii. $OrigenCapitales_i$ = correspondiente al origen de capital nacional o extranjero.

En forma alternativa y para la contrastación de la primer hipótesis se utiliza un segundo modelo *probit* que incorpora nuevos productos en el mercado y que es representativa de los resultados de innovación.

$$P(y_i) = G(\beta_0 + \beta_1 O_{GN_i} + \beta_2 FII_i + \beta_3 Sector_i + \beta_4 TipoEmpresa_i + \beta_5 Expo_i + \beta_6 EdadEmpresa_i + \beta_7 OrigenCapitales_i) \quad (2)$$

Siendo,

- i. $y_i = Nuevos\ Productos$, Variable binaria de la incorporación de nuevos productos al mercado.
- ii. FII_i = variable binaria sobre las fuentes de información para la innovación.

En este modelo se utilizan las mismas variables del modelo anterior y se sustituye la variable *Usuarios* por la de *Fuentes de Información para la Innovación (FII_i)*, entre las que se encuentran los usuarios y los organismos públicos de investigación y apoyo técnico.

Este modelo servirá de apoyo para analizar la importancia de las especificaciones provenientes de los usuarios (entre ellos el sector público) en la etapa de introducción de nuevos productos al mercado y la importancia en esta etapa del apoyo recibido por los organismos de CYT.

Además, se especifican 2 modelos auxiliares para la contrastación de la hipótesis 1. El modelo (3) que indica la probabilidad de recibir contratación pública y el modelo (4) que indica la probabilidad que la fuente de innovación provenga de los usuarios:

$$P(\text{ContratacionPub}_i) = G(\beta_0 + \beta_1 O_{GN_i} + \beta_2 \text{Sector}_i + \beta_3 \text{Expo}_i + \beta_4 \text{TipoEmpresa}_i) \quad (3)$$

$$P(\text{FII}_{\text{Usuarios}_i}) = G(\beta_0 + \beta_1 O_{GN_i} + \beta_2 \text{Sector}_i + \beta_3 \text{Expo}_i + \beta_4 \text{TipoEmpresa}_i) \quad (4)$$

También se agregan otros dos modelos que indican la probabilidad de recibir financiamiento de I+D proveniente del instrumento FONTAR (5) y el modelo (6) de la probabilidad que la fuente de información para la innovación provenga de los organismos de CYT provenientes del SNI:

$$P(\text{Fontar}_i) = G(\beta_0 + \beta_1 \text{Usuarios}_i + \beta_2 \text{Sector}_i + \beta_3 \text{TipoEmpresa}_i + \beta_4 \text{Expo}_i + \beta_5 \text{EdadEmpresa}_i + \beta_6 \text{OrigenCapitales}_i) \quad (5)$$

$$P(\text{FII}_{\text{CYT}_i}) = G(\beta_0 + \beta_1 \text{Usuarios}_i + \beta_2 \text{Sector}_i + \beta_3 \text{TipoEmpresa}_i + \beta_4 \text{TipoEmpresa}_i) \quad (6)$$

3.2. Modelos de Evaluación de Impacto

La metodología que se abordará será aquella que mida de forma apropiada el impacto promedio de la innovación sobre el desempeño de la firma (ATE, por sus siglas en inglés “Average Treatment Effect”).

En primer lugar, se hará mención a ciertas cuestiones importantes a la hora de realizar estudios observacionales y en relación a programas de evaluación en las ciencias sociales. En las evaluaciones de los programas de políticas públicas (estudios cuasi experimentales), no se puede suponer la independencia o aleatoriedad de asignación de los participantes entre los grupos de tratamiento y control. En la presente investigación

los grupos de empresas innovadoras y no innovadoras tampoco se pueden considerar provenientes de una muestra randomizada ya que las empresas mismas son las que deciden realizar esfuerzos de innovación o no y por lo tanto su condición en el programa de evaluación. En este caso las empresas innovadoras se *autoseleccionan* en forma no aleatoria y la medición del impacto promedio podría incurrir en resultados sobrestimados de evaluación (Wooldridge, 2006; Guo y Fraser, 2010).

En segundo lugar, para aproximarse al impacto promedio de los esfuerzos de innovación sobre el desempeño de las empresas es necesario construir el contra factico de Neyman-Rubin. El desarrollo teórico del marco contra factual se le adjudica a Neyman (1923) y Rubin (1974; 1978;) quienes definen al contrafáctico como el *resultado potencial* que se hubiera alcanzado en ausencia de la causa bajo consideración. De esta forma la situación contrafáctica de un participante bajo tratamiento, es su resultado potencial bajo la condición de control y para un participante en la condición de control la situación contrafáctica consistiría en el resultado potencial bajo la condición de tratamiento. Esta es una manera de emparejar los grupos bajo similares condiciones y medir el verdadero impacto promedio del programa sobre la variable respuesta.

En el marco de la presente investigación, el marco contrafáctico de las empresas innovadoras sería aquel que considere a las empresas no innovadoras bajo las mismas condiciones que las que realizaron esfuerzos de innovación. Esta situación se construye imputando iguales características a la empresa no innovadora que las que sí lo hicieron, incluyendo características tales como tamaño, sector, políticas de estímulo a la innovación, etc. De esta forma las empresas bajo el grupo de control pudiendo haber realizado esfuerzos de innovación (dada las mismas características) no lo hicieron y se constituyen como el grupo contrafáctico para el estudio.

En referencia a esta investigación esta tarea propondría modelizar la decisión de innovar utilizando factores que influyeran más allá de la propia decisión o no de la misma a realizar esfuerzos de innovación. Es decir, generar grupos de tratamiento y control en los cuales las empresas innovadoras compartan las mismas características que las no innovadoras. Esta metodología se realiza para aproximarse a la randomización deseada

removiendo el problema de sesgo por selección muestral y endogeneidad asociado a los impactos de innovación y desempeño a nivel de la firma (Crépon, Duguet, y Mairesse, 1998).

La solución para aquellos abordajes no experimentales que se utilizan en reemplazo de experimentos randomizados es utilizar alguno de los modelos detallados a continuación los cuales tratan de (a) considerar el mecanismo de no aleatoriedad en el estudio (b) realizar un emparejamiento de las condiciones de ambos grupos para que se vuelvan más afín a una generación de los datos de un mecanismo randomizado, y (c) estimar contra fácticos que representen diferentes efectos de tratamiento de interés utilizando medidas estadísticas (medias o proporciones).

En síntesis, en la presente investigación se abordaran aquellas metodologías de evaluación de programas que tiene el objetivo de balancear los grupos de tratamiento y control cuando el proceso de asignación no es aleatorio. El objetivo es corregir el problema de selección muestral presente en los estudios de innovación y desempeño de la firma e intentar medir de forma aproximada el impacto de esta relación. El conjunto de modelos que se abordaran dan como resultado los siguientes estimadores que se pueden dividir en estimadores de emparejamiento (i, ii) y estimadores de efecto de tratamiento (iii, iv, v) (Guo y Fraser, 2010).

- i. Estimadores que emparejan desde las probabilidades estimadas (*Puntajes de Propensión*).
- ii. Estimadores que emparejan desde las características observables (*Distancia Mínima*).
- iii. Estimadores basados en un modelo para la variable respuesta (*Ajuste por Regresión*).
- iv. Estimadores basados en un modelo para la condición de tratamiento (*Ponderación de Probabilidad Inversa*).
- v. Estimadores basados en modelos tanto para la variable respuesta como para la variable de tratamiento o “doblemente robustos” (*Ponderación de Probabilidad Inversa Aumentada*).

3.2.1. Estimadores de Emparejamiento

La idea intuitiva detrás de los estimadores de emparejamiento es que las empresas innovadoras y no innovadoras tienen un resultado o una respuesta potencial en una situación contrafáctica (bajo la condición de tratamiento y bajo la condición de control). Es decir, un estado en el que se puede observar el resultado o el impacto de la innovación y otro estado donde no se puede observar este resultado o impacto. De esta manera para el grupo de empresas innovadoras, si se observa la media de la variable respuesta $E(y_i | X = 1)$, esta metodología asume que existe una media potencial no observable bajo la condición opuesta, es decir si no hubiera innovado $E(y_0 | X = 1)$ y viceversa (Guo y Fraser, 2010). La respuesta de la empresa bajo su condición opuesta se considera inobservable y los estimadores de emparejamiento imputan a esta respuesta inobservable una respuesta potencial basados en una “medida de similitud” entre empresas innovadoras y no innovadoras. Esta medida de similitud es un estadístico que mide cuán “cercanas” se encuentran dos observaciones medidas por sus características observables. Existen dos métodos para lograr este objetivo: el estimador por puntajes de propensión y el estimador de distancia más cercana. El primero es un método paramétrico que utiliza una variable continua para emparejar los grupos de empresas innovadoras y no innovadoras. Esta variable es el puntaje de propensión o probabilidad que la empresa innove dada todas las características observables de la empresa. El segundo método es no paramétrico y empareja a los grupos en base a la característica de la empresa y no a su probabilidad de innovar.

Para una sola característica no debiera ser dificultoso encontrar pares similares entre empresas bajo la condición de tratamiento o control (por ejemplo firmas de tamaño mediano) pero si tenemos más de una variable binaria o continua, la solución es utilizar las siguientes medidas de similitud (Rosenbaum and Rubin, 1983, StataCorp., 2013).

i. Estimadores de Puntajes de Propensión (Propensity Score Matching - *psmatch*)

Se define al puntaje de propensión (propensity score) como la probabilidad condicional de que un participante (empresa) reciba tratamiento (innove) dado un vector de variables observables (Rosenbaum and Rubin, 1983):

$$p(x_i) = pr(T_i = 1|X_i = x_i) \quad (7)$$

La ventaja de utilizar el puntaje de propensión en el emparejamiento de los grupos de empresas innovadoras y no innovadoras es la reducción de las dimensiones representado por el vector X_i que incluye características observables de las mismas. De esta manera, se resuelve mediante un puntaje de propensión tanto para las empresas innovadoras como las que no innovan, el problema de multidimensionalidad que representa la inclusión de características diversas de las empresas.

El emparejamiento por puntaje de propensión, es un método de balanceo de los datos tal que una unidad bajo tratamiento y control compartan una similar puntuación y de esa forma puedan ser comparables aunque difieran en valores de variables específicas (x_i). En el marco de esta investigación el objetivo es formar grupos balanceados de empresas innovadoras y no innovadoras lo más similares posibles en término de las puntuaciones estimadas para proceder al emparejamiento o *Matching* de los grupos. El emparejamiento de los dos grupos, proporciona una submuestra de soporte común formada por dos nuevos grupos de empresas innovadoras y no innovadoras de similares puntuaciones, independientemente si han realizado o no esfuerzos de innovación.

Para lograr el emparejamiento de los grupos se han desarrollado varios algoritmos: *greddy matching*, *mahalanobis metric distance matching* con o sin puntajes de propensión y *optimal matching*⁵³. Estos algoritmos manejan en forma diferente la pérdida de los participantes cuyos puntajes son tan extremos que se dificulta realizar el emparejamiento con el par correspondiente.

⁵³ En esta investigación se utilizara solo el método de emparejamiento con el algoritmo correspondiente a *greddy matching*.

Luego de realizado el emparejamiento que corrige la selección muestral, se calculan las diferencias de media entre los grupos de empresas innovadoras y no innovadoras y se obtiene el impacto promedio de la innovación sobre el desempeño de las empresas⁵⁴. Cuando se aplican de forma apropiada, estos modelos ayudan a resolver el problema de sesgo por selección y proveen una estimación válida del impacto promedio del programa (Guo y Fraser, 2010). En el Anexo A del capítulo VII se analizan los supuestos que debe cumplir la metodología de puntajes de propensión, la metodología utilizada para estimar los puntajes de propensión, una explicación del método de emparejamiento y del test de diferencias de medias que se realiza para medir el impacto medio del programa sobre la variable respuesta del estudio.

ii. Estimadores de Distancia más Cercana (Nearest Neighbor Matching - *nnmatch*)

Este estimador establece la “distancia” más cercana entre pares de empresas innovadoras y no innovadoras de acuerdo a características observables⁵⁵. El estimador de distancia más cercana no utiliza un modelo formal ni para el modelo de la variable respuesta ni para la condición de tratamiento. Esto tiene como ventaja que requiere menos decisiones a la hora del diseño del estudio para captar el impacto promedio de programas de política pública ya que no se necesita estimar un modelo *probit* para los puntajes de propensión ni análisis postmatching de significatividad (StataCorp., 2013).

⁵⁴ Idealmente el emparejamiento remueve la totalidad de la selección muestral, no obstante un emparejamiento imperfecto también tiene como objetivo remover parte de la selección muestral y dar impactos promedios de los programas de menor sesgo que las simples medias muestrales sin condicionar.

⁵⁵ En base a la mahalanobis distance. Esta distancia ponderada de las características observables por cada observación está dada por $d(i, j) = (u - v)^T * C^{-1}(u - v)$, en donde u y v son valores de las variables matcheadas para las empresas innovadoras y no innovadoras (i, j) y C es la matriz de covarianzas de las variables matcheadas del conjunto de empresas no innovadoras (Guo y Fraser, 2010).

3.2.2. Estimadores del Efecto Tratamiento

Una metodología relevante es la estimación directamente del efecto de tratamiento (ATE, impacto medio del tratamiento) en estudios observacionales. Formalmente, el impacto promedio de la innovación se define como (ATE):

$$ATE = E(y_1 - y_0) \quad (8)$$

En donde y_1 = productividad/empleo de la empresa innovadora y y_0 es la productividad/empleo de la empresa no innovadora.

Esta metodología puede estimarse en un procedimiento en dos etapas mediante una *ecuación de regresión* y una *ecuación de selección* y debe cumplir ciertos supuestos (Anexo B). La primera determina un modelo para la variable respuesta y la segunda un modelo para la condición de tratamiento. En esta investigación el modelo de la variable respuesta se realiza para la variable de productividad laboral y el empleo mientras que el modelo de tratamiento para la probabilidad de innovar. Formalmente la *ecuación de regresión* asume la siguiente forma,

$$y_0 = x_i\beta_0 + t_0\delta + \varepsilon_0 \quad (9)$$

$$y_1 = x_i\beta_1 + t_1\delta + \varepsilon_1 \quad (10)$$

En donde β_0 y β_1 son coeficientes a ser estimados, y ε_0 y ε_1 son términos de error que no están relacionados con x o y . De esta forma el modelo de respuesta potencial se separa en un componente predecible $x\beta_t$, y en un componente inobservable ε_t . Además se incluye directamente en la ecuación de regresión la variable binaria que indica la condición de tratamiento (t_1 si la empresa innova y t_0 si no innova). Un segundo paso es el proceso de asignación al tratamiento que asume la siguiente forma en base a la estimación de un modelo de probabilidad para t_i^* .

Ecuación de Selección:

$$t_i^* = z_i\gamma + u_i, \quad (11)$$

Donde,

$$t_i = 1 \text{ Si } t_i^* > c,$$

$$t_i = 0 \text{ Si } t_i^* \leq c,$$

La asignación al tratamiento también se separa en un componente observable, $z_i\gamma$, y en un error inobservable u_i . Lo que quiere decir que si la probabilidad de innovar es mayor a cierto umbral c (dado el vector de características observables z_i) la empresa entra al grupo de “innovadoras” $t_i = 1$ y viceversa. En forma similar,

$$Prob(t_i = 1|z_i) = \Phi(z_i\gamma) \text{ Y } Prob(t_i = 0|z_i) = 1 - \Phi(z_i\gamma) \quad (12)$$

Dada que t_i es una variable binaria endógena, la estrategia es la de utilizar el vector de variables observables z_i para modelizar la variable latente t_i^* . De esta forma se controla por selección muestral y se estima el coeficiente de la ecuación de regresión β_i . Los vectores de características z y x pueden estar constituidos por el mismo set de variables si los regresores del modelo para la variable respuesta y de tratamiento son candidatos a ser los mismos. Es decir si las variables de productividad y de innovación se ven afectadas por similares características de las empresas.

Sustituyendo la ecuación 11 en 9 y 10 (dependiendo si integra al grupo innovador o no innovador) se tiene dos ecuaciones de regresión para el modelo de la variable respuesta:

Cuando $t_i^* > c$ y por lo tanto $t_1 = 1$, entonces

$$y_1 = x_i\beta_1 + (z_i\gamma + u_i)\delta + \varepsilon_1 \quad (13)$$

Cuando $t_i^* \leq c$ y por lo tanto $t_0 = 0$, entonces,

$$y_0 = x_i\beta_0 + \varepsilon_0 \quad (14)$$

A continuación se utilizarán estimadores basados en un modelo para la variable respuesta (Ajuste por Regresión); estimadores basados en un modelo para la condición de tratamiento (Ponderación inversa de Probabilidad) y estimadores basados en modelos tanto para la variable de resultado como para la variable de tratamiento o “doblemente robustos” (Ponderación de Probabilidad Inversa Aumentada).

iii. Ajuste por Regresión (AR)

El método de ajuste por regresión (AR) realiza una estimación por separado de las medias potenciales de los grupos de empresas innovadoras y no innovadoras. El impacto medio de la innovación en la variable respuesta (ATE) es la diferencia de las medias potenciales anteriormente estimadas. En el marco de esta investigación, se proveerá de regresiones ajustadas para aquellas empresas innovadoras y no innovadoras controladas por las características observables de las firmas. Se calcula la media potencial del variable desempeño de aquellas empresas innovadoras bajo la condición de control (si no hubiera innovado) y la media potencial de las empresas no innovadoras bajo la condición de tratamiento (si hubieran innovado) (Cameron y Trivedi, 2005; StataCorp., 2013). Se utiliza la siguiente ecuación de regresión para los grupos de empresas innovadoras y no innovadoras.

$$\begin{aligned} y_i = & \beta_0 + \beta_1 O_{GN}_i + \beta_2 Usuarios_i + \beta_3 Sector_i \\ & + \beta_4 Expo_i + \beta_5 EdadEmpresa_i + \beta_6 OrigenCapitales_i \\ & + \beta_7 TipoEmpresa_i + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (15)$$

Donde, $y_i = Productividad_i, empleo$ ⁵⁶

iv. Ponderación de Probabilidad Inversa (PPI)

Los estimadores que resultan de esta metodología utilizan medias ponderadas de la variable respuesta en reemplazo de las medias sin ponderar (del método AR). Cada ponderación utilizada es la inversa de la probabilidad estimada de recibir tratamiento.

Los estimadores PPI utilizan las medias ponderadas de la respuesta observada para estimar la media de la respuesta potencial. Cada ponderación es la inversa de la probabilidad

⁵⁶ Para calcular el impacto de la innovación en el empleo se utilizó la variable “Tipo Empresa” representativa del tamaño de la empresa según monto de facturación de la empresa PyME.

estimada de una empresa innovadora. El estimador PPI modela la probabilidad de recibir tratamiento sin ningún supuesto sobre la forma funcional del modelo de la variable respuesta. A diferencia del método anterior (AR) que modela la variable respuesta sin una especificación funcional para el tratamiento (Wooldridge, 2010; StataCorp., 2013).

De forma intuitiva, si consideramos una variable respuesta y , la variable de tratamiento $t \in \{0,1\}$, se estima la media potencial bajo la condición de tratamiento $t = 1, E(y_t)$. Luego utilizando la información observable de $y_i t_i$ es igual a y_{1i} cuando $t = 1$ pero y_{1i} es inobservable cuando $t = 0$. De esta forma un estimador PPI para $E(y_1)$ es igual a,

$$E(y_1) = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N \frac{y_i t_i}{p(x_i)} \quad (16)$$

Y un estimador PPI para $E(y_0)$

$$E(y_0) = \frac{1}{N} * \sum_{i=0}^N \frac{y_i t_i}{(1-p(x_i))} \quad (17)$$

Y $p(x_i)$ es la probabilidad que $t_i = 1$ y es una función de las características observables o x_i . En el marco de esta investigación se utiliza el modelo estimado de la ecuación (1).

Se utiliza la siguiente ecuación de selección para los grupos de empresas innovadoras y no innovadoras:

$$P(y_i) = G(\beta_0 + \beta_1 O_{GN_i} + \beta_2 Usuarios_i + \beta_3 Sector_i + \beta_4 Expo_i + \beta_5 EdadEmpresa_i + \beta_6 OrigenCapitales_i + \beta_7 TipoEmpresa_i) \quad (18)$$

Donde $y = innovacion_d$

v. *Ponderación de Probabilidad Inversa Aumentada (PPIA)*

Este estimador en vez de construir un modelo de la variable respuesta (AR) o un modelo para asignación del tratamiento (PPI), utiliza una combinación de ambos. Construye un modelo para la variable respuesta y la asignación del tratamiento. Una ventaja de este estimador respecto a los anteriores es que es “doblemente robusto” y más eficientes que los estimadores AR o PPI por separado. Además solo se necesita que uno de los dos este correctamente especificado para obtener estimadores eficientes de ATE. En forma

intuitiva este estimador incluye un término que corrige el estimador cuando el modelo de tratamiento está mal especificado produciendo estimadores eficientes (Wooldrige, 2010; StataCorp., 2013).

Para nuestra investigación se describe el siguiente modelo para la variable respuesta:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 EdadEmpresa_i + \beta_2 OrigenCapitales_i + \varepsilon_i \quad (19)$$

Si $P (innovacion_{a_i}) \leq c^{57}$ y,

$$\begin{aligned} y_i &= \beta_0 + \beta_1 EdadEmpresa_i + \beta_2 OrigenCapitales_i \\ &+ \delta(\beta_0 + \beta_1 O_{GN_i} + \beta_2 Usuarios_i + \beta_3 Sector_i + \beta_4 TipoEmpresa_i \\ &+ \beta_5 Expo_i) + \varepsilon_i \end{aligned}$$

Si $P (innovacion_{a_i}) > c$

Donde $y_i = Productividad_i, empleo$. Y la siguiente especificación para la asignación al tratamiento,

$$\begin{aligned} P (innovacion_{a_i}) \\ &= G (\beta_0 + \beta_1 O_{GN_i} + \beta_2 Usuarios_i + \beta_3 Sector_i + \beta_4 TipoEmpresa_i \\ &+ \beta_5 Expo_i) \end{aligned} \quad (20)$$

⁵⁷ Media de la distribución continua del componente 1 derivado del ACP.

IV. Resultados Empíricos

En la presente sección se muestran los resultados empíricos que contrastan las hipótesis de investigación del presente trabajo. Para ello se realizaron estimaciones *probit* para analizar los determinantes de la innovación en las PyMEs en Argentina y se recurrió a metodologías de emparejamiento con el objetivo de formar grupos de similares características de empresas innovadoras y no innovadoras y así medir el impacto promedio de la innovación en el desempeño de la firma.

1. Determinantes de la Innovación en las PyMEs.

Con el objetivo de contrastar la primera hipótesis de investigación se estimaron dos modelos *probit* que se presentan en la *Tabla 4*⁵⁸. Las estimaciones de los modelos *probit* tienen como objetivo analizar si la presencia de usuarios líderes y las políticas de financiamiento de capacidades tecnológicas son determinantes en la decisión de innovar en las PyMEs argentinas o si generan la introducción de nuevos productos al mercado. El Modelo 1 incluye como variable a explicar el patrón de innovación determinado por el análisis de principal componente y el Modelo 2 incluye el resultado de innovación dado por la incorporación de nuevos productos al mercado.

El *Modelo 1* contiene aquellas variables representativas de la política de innovación orientada desde la oferta (Fontar) y de las instituciones del SNI. Además se incluyen variables representativas de los usuarios de las empresas PyMEs, en particular la variable del sector público (Administración Pública) como usuario avanzado de innovaciones. También se incorporan variables de control, sectoriales y estructurales de la empresa como el tamaño, el origen de los capitales, la edad y si la empresa ha realizado o no exportaciones.

⁵⁸ El estadístico Wald chi2 es representativo de la bondad de ajuste y muestra la significatividad conjunta de las variables explicativas en los dos modelos. Si bien se infiere que los regresores incorporados en los modelos pueden ser explicativos en forma conjunta de la variable dependiente, el modelo 1 tiene un mayor poder explicativo que el modelo 2 representado por el Pseudo R2 que representa el cociente de log-verosimilitud para el modelo estimado y del modelo con solo intercepto representada por: $Pseudo R^2 = 1 - \frac{L_{nr}}{L_r}$.

Los resultados de este primer modelo establecen que el sector público como usuario avanzado de innovaciones es importante en la decisión de innovar en las empresas PyMEs (al 5% de significatividad). Por otro lado, las empresas privadas industriales como usuarios líderes también estimulan la decisión de innovar pero esta relación se sugiere al 10% de significatividad. En segundo lugar, también mejora la probabilidad realizar innovaciones y de introducir nuevos productos al mercados haber recibido el instrumento financiamiento de I+D (Fontar) que otorga la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). Con respecto a las instituciones de SNI relevantes para estimular la innovación e introducir nuevos productos a mercado en las PyMEs los resultados sugieren como institución relevante a la Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Además, como organismos importantes de apoyo tecnológico, generación de capacidades y oportunidades tecnológicas para estimular la innovación es relevante la vinculación con la SEPYME, el INTI y el INTA.

Las decisiones de innovación se ven estimuladas por PyMEs exportadoras, aquellas PyMEs pertenecientes al sector de *proveedores especializados* en la taxonomía de Pavitt que incluye al sector de maquinaria e instrumentos de precisión con usuarios sensibles al desempeño y al diseño. Además también estimula la innovación las PyMEs que pertenecen al sector de servicios intensivos en conocimiento como el sector de Software y de Investigación y Desarrollo.

En cuanto al *Modelo 2* se constituye como fuente relevante para la introducción de nuevos productos al mercado la información proporcionada por los Usuarios, los Organismos Públicos del SNI y la asistencia a Congresos. Además también se constituye como relevante para introducir nuevos productos en el mercado un tamaño mediano de empresa, aquellas empresas que exportan y las que pertenecen a sectores basados en la ciencia como el sector de químicos (al 10% de significatividad), sectores de proveedores especializados como el sector de maquinaria e instrumentos de precisión (al 10% de significatividad) y sectores dominados por proveedores como lo es el sector de textil y cuero (al 5% de significatividad).

Tabla 4. Determinantes de la Innovación en las PyMEs.

Variables Independientes	<i>Modelo 1</i>		<i>Modelo 2</i>	
	Innovación		Nuevos productos	
<i>Política de financiamiento y Organismos del SNI</i>				
O_GN_SEPYME	0,297***	(0,083)	0,003	(0,117)
O_GN_MDS	-0,169	(0,228)	0,516	(0,400)
O_GN_SA	-0,051	(0,179)	-0,100	(0,283)
O_GN_INTI	0,231**	(0,094)	-0,015	(0,123)
O_GN_INTA	0,281*	(0,159)	0,488	(0,230)
O_GN_SCT	-0,085	(0,254)	0,770*	(0,433)
O_GN_Fontar	0,608***	(0,109)	0,359**	(0,140)
O_GN_SADS	0,312**	(0,125)	0,397**	(0,183)
<i>Fuentes de información para la innovación</i>				
FII_EmpresasVinculadas	-	-	0,149	(0,372)
FII_ProvEquipos	-	-	0,081	(0,215)
FII_ProvInsumos	-	-	0,219	(0,224)
FII_Competidores	-	-	0,155	(0,305)
FII_Usuarios	-	-	0,533**	(0,207)
FII_Universidades	-	-	0,385	(0,254)
FII_OrgPúblicos	-	-	0,548***	(0,204)
FII_Congresos	-	-	0,419**	(0,222)
FII_Revistas	-	-	0,316	(0,213)
<i>Usuarios</i>				
Empresas agropecuarias	0,120	(0,102)	-	-
Comercios minorista	0,020	(0,089)	-	-
Administración pública	0,348**	(0,152)	-	-
Profesionales	0,096	(0,299)	-	-
Empresas privadas industriales	0,103*	(0,070)	-	-
Empresas privadas de servicios	0,126	(0,095)	-	-
Empresas públicas	0,106	(0,287)	-	-
Mercado externo	-0,063	(0,156)	-	-
Consumidor final	0,072	(0,097)	-	-
<i>Sectoriales y Estructurales</i>				
SectorTexilyCuero	0,109	(0,099)	0,414**	(0,174)
SectorMadera	-0,153	(0,144)	-0,040	(0,268)
SectorPapel	0,118	(0,109)	0,020	(0,183)
SectorQuimicos	0,163	(0,125)	0,341*	(0,203)
SectorPlastico	0,170	(0,118)	0,192	(0,182)
SectorMineralesNoMet	0,226*	(0,134)	-0,281	(0,219)
SectorMetal	0,002	(0,104)	-0,272	(0,172)
SectorMyE_InstrPrec	0,398***	(0,101)	0,290*	(0,150)
SectorAutomotrizyTte	0,151	(0,119)	-0,015	(0,184)
SectorComunicaciones	-0,072	(0,147)	-0,059	(0,261)
SectorSoftware_id	0,483***	(0,159)	0,267	(0,239)
SectorSsEmpCon	-0,264**	(0,115)	-0,037	(0,201)
SectorSalud	-0,228	(0,146)	-0,288	(0,280)
Pequeña	0,393***	(0,131)	0,179	(0,281)
Mediana	0,694***	(0,138)	0,166**	(0,287)
Grande	0,981***	(0,199)	-0,374	(0,344)
Expo	0,410***	(0,065)	0,398***	(0,098)
EdadEmpresa	-0,002	(0,002)	-0,004***	(0,003)
OrigenCapitales	0,105	(0,165)	-0,189	(0,226)

Tabla 4. Determinantes de la Innovación en las PyMEs.

Variables Independientes	<i>Modelo 1</i>		<i>Modelo 2</i>	
	Innovación		Nuevos productos	
_cons	-1,274***	(0,148)	-0,550	(0,350)
Numero de Obs	3225		1075	
Wald chi2(37)	395.2		119.73	
Prob > chi2	0.000		0.000	
Pseudo R2	0.1108		0.0904	

Notas: *** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1. Wald *chi2* muestra significatividad conjunta.
Error estándar robusto entre paréntesis.

2. Efectos parciales en la Innovación

En forma complementaria a la contrastación de la primera hipótesis se presenta en la *Tabla 5* el efecto parcial del cambio de las variables explicativas en la probabilidad de innovar⁵⁹. De todos los usuarios considerados el sector público es aquel que tiene efectos parciales positivos y significativos en la probabilidad de innovar. Aquellas empresas que tienen como usuario avanzado de innovaciones al sector público tienen un efecto parcial del 12% (significativo al 5%) con respecto a aquellas que aún no obtuvieron la demanda pública de calidad. En cuanto al financiamiento de I+D mediante el instrumento Fontar, el efecto parcial en la innovación es del 21% para aquellas empresas que lo recibieron con respecto a las que no lo obtuvieron.

Se evidencia un efecto parcial positivo y significativo en la probabilidad de innovar cuando la empresa se vincula con instituciones del SNI tales como La SEPYME el INTA, el INTI Y la Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Aquellas empresas que se vinculan con la SEPYME tienen un efecto parcial en la innovación del 11% (al 1 % de significatividad), mientras aquellas empresas que se vincularon con el INTI, el INTA y la SADS tuvieron un efecto parcial del 8% y 9% y el 10% con respecto a las que no se vincularon con esas instituciones (al 5 % y al 10% de significatividad).

⁵⁹ El efecto parcial de una variable binaria independiente se expresa en comparación a la categoría base T=0 (de T=1). El efecto parcial promedio (EPP) surge de promediar los efectos parciales individuales a través de la muestra.

Con respecto al sector, el sector de maquinaria y equipo e instrumentos de precisión tiene un efecto parcial del 15% y el de Software e I+D del 16%. Las empresas PyMEs, que exportan un 13% y las empresas de mayor tamaño tienen un efecto parcial promedio de 31%.

Tabla 5. Efectos parciales en la Innovación

Variables	Efecto Parcial (dy/dx)	Error Estándar
O_GN_SEPYME	0.11***	(0.03)
O_GN_MDS	-0.03	(0.07)
O_GN_SA	-0.03	(0.06)
O_GN_INTI	0.08**	(0.03)
O_GN_INTA	0.09*	(0.05)
O_GN_ProspAr	-0.14	(0.27)
O_GN_SCT	0.00	(0.09)
O_GN_Fontar	0.21***	(0.04)
O_GN_SADS	0.10**	(0.04)
Empresas agropecuarias	0.04	(0.03)
Comercios minorista	0.01	(0.03)
Administración Pública	0.12**	(0.05)
Profesionales	0.04	(0.10)
Empresas privadas industriales	0.03	(0.02)
Empresas privadas de servicios	0.04	(0.03)
Empresas públicas	0.02	(0.09)
Mercado externo	-0.03	(0.05)
Consumidor final	0.03	(0.03)
SectorTexilyCuero	0.04	(0.03)
SectorMadera	-0.05	(0.04)
SectorPapel	0.03	(0.04)
SectorQuimicos	0.05	(0.04)
SectorPlastico	0.06	(0.04)
SectorMineralesNoMet	0.09*	(0.05)
SectorMetal	0.00	(0.03)
SectorMyE_InstrPrec	0.15***	(0.04)
SectorAutomotrizyTte	0.06	(0.04)
SectorComunicaciones	-0.02	(0.05)
SectorSoftware_id	0.16***	(0.06)
SectorSsEmpCon	-0.09**	(0.03)
SectorSalud	-0.07*	(0.04)
expo	0.13***	(0.02)
EdadEmpresa	0.00	(0.00)
OrigenCapitales	0.03	(0.05)
Pequeña	0.12***	(0.03)
Mediana	0.22***	(0.04)
Grande	0.31***	(0.06)

Nota: *** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1 Error estándar entre paréntesis.

3. Determinantes de la Intervención del Sector Público

En la Tabla 6 Y 7 se presentan algunos modelos auxiliares para la contrastación de la primera hipótesis. Los *Modelos 3 y 4* son representativos de la probabilidad de recibir contratación pública y de la probabilidad de que la fuente de información para la innovación sean los usuarios. *Los Modelos 5 y 6* son representativos de la probabilidad de recibir financiamiento de I+D y de la probabilidad que la fuente de información para la innovación sean los organismos públicos de ciencia y tecnología del SNI.

De los *modelos 3 y 5* los resultados sugieren una evidencia favorable al 1% que los sectores *basados en la ciencia* como el sector de químicos (que incluye también a la producción de combustible nuclear y refinación de petróleo), y el sector de servicios de software y de investigación y desarrollo son aquellos sectores con mayor probabilidad de recibir contratación pública y financiamiento de I+D (Tabla 6 y 7). Además esto se verifica en los *modelos 4 y 6* que sugieren evidencia favorable a que los mismos sectores utilicen como fuente de información para la innovación a los usuarios así como también los organismos de apoyo de CyT.

En el sector de maquinaria y equipo e instrumentos de precisión los usuarios también proporcionan información necesaria para la innovación y tienen una mayor probabilidad de recibir financiamiento de I+D así como también de utilizar los organismos públicos de CYT como fuente de oportunidad tecnológicas para la innovación (al 1% de significatividad). Sin embargo, no es un sector con probabilidad de recibir contratación pública como si la reciben el sector salud, de comunicaciones, de servicios empresariales y consultoría, de minerales no metálicos y de papel (al 1% de significatividad).

Las empresas exportadoras tienen mayor probabilidad no solo de recibir financiamiento, sino también que la fuente de innovación provenga de los usuarios y de la infraestructura de CyT. Sin embargo, en el Modelo 3 se observa que la probabilidad de recibir contratación pública se explica por aquellas empresas que no destinan su producción a la exportación. Se puede interpretar este instrumento como un estímulo a la economía doméstica de aquellas empresas PyMEs que aún no han podido alcanzar los estándares suficientes para alcanzar la exportación.

Tabla 6. Determinantes de la Intervención del Sector Público

Variables Independientes	<i>Modelo 3</i>		<i>Modelo 4</i>	
	Contratación Pública		Fuente Innovación: Usuarios	
<i>Política de financiamiento y Organismos del SNI</i>				
O_GN_SEPYME	-0,121	(0,179)	0,180*	(0,096)
O_GN_MDS	0,424	(0,380)	0,230	(0,246)
O_GN_SA			0,426**	(0,190)
O_GN_INTI	0,625***	(0,195)	0,099	(0,106)
O_GN_INTA	-0,225	(0,449)	-0,059	(0,202)
O_GN_SCT	-0,217	(0,482)	0,258	(0,247)
O_GN_Fontar	0,270	(0,213)	0,130	(0,120)
O_GN_SADS	-0,514	(0,412)	0,323**	(0,137)
<i>Sectoriales y Estructurales</i>				
SectorTexilyCuero	0,208	(0,318)	0,234*	(0,134)
SectorMadera	0,303	(0,439)	-0,094	(0,201)
SectorPapel	0,937***	(0,280)	0,118	(0,148)
SectorQuimicos	0,970***	(0,295)	0,404***	(0,150)
SectorPlastico	0,374	(0,369)	0,562***	(0,140)
SectorMineralesNoMet	1,185***	(0,293)	0,077	(0,192)
SectorMetal	-0,098	(0,403)	0,272**	(0,131)
SectorMyE_InstrPrec	0,476	(0,316)	0,413***	(0,124)
SectorAutomotrizyTte	0,090	(0,422)	0,338**	(0,151)
SectorComunicaciones	1,200***	(0,295)	0,019	(0,204)
SectorSoftware_id	1,294***	(0,325)	0,769***	(0,178)
SectorSsEmpCon	1,458***	(0,260)	0,070	(0,146)
SectorSalud	0,874***	(0,304)	-0,334	(0,231)
Pequeña	0,121	(0,241)	-0,059	(0,152)
Mediana	0,179	(0,254)	0,041	(0,163)
Grande	0,518	(0,326)	0,151	(0,231)
Expo	-0,440***	(0,164)	0,261***	(0,078)
_cons	-2,811***	(0,331)	-1,639	(0,173)
Numero de Obs	3217		3291	
Wald chi2(37)	147.51		148.24	
Prob > chi2	0.000		0.000	
Pseudo R2	0.1585		0.0666	

Notas: *** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1. Wald *chi2* muestra significatividad conjunta. Error estándar robusto entre paréntesis.

Tabla 7. Determinantes de la Intervención del Sector Público				
Variables Independientes	Modelo 5		Modelo 6	
	Financiamiento (FONTAR)		Fuente de Innovación: Organismos de CYT	
<i>Usuarios</i>				
Empresas agropecuarias	-0,468***	(0,141)	-0.319*	-0.167
Comercios minorista	-0,443**	(0,187)	-0.233	-0.207
Sector/ administración pública	-0,278	(0,277)	0.028	-0.3
Profesionales	-0,621	(0,455)	-0.078	-0.486
Empresas privadas industriales	-0,330**	(0,135)	-0.07	-0.155
Empresas privadas de servicios	-0,530***	(0,185)	-0.298	-0.199
Empresas públicas	-0,648	(0,506)	-0.15	-0.498
Mercado externo	-0,247	(0,217)	-0.067	-0.252
Consumidor final	-0,607***	(0,191)	-0.21	-0.208
<i>Sectoriales y Estructurales</i>				
SectorTexilyCuero	-0,064	(0,210)	0.024	-0.216
SectorMadera	0,127	(0,231)	0.123	-0.279
SectorPapel	0,191	(0,205)	-0.358	-0.293
SectorQuimicos	0,611***	(0,190)	0.480**	-0.209
SectorPlastico	0,601***	(0,187)	0.031	-0.227
SectorMineralesNoMet	0,344	(0,241)	0.510**	-0.23
SectorMetal	0,325*	(0,182)	0.199	-0.202
SectorMyE_InstrPrec	0,539***	(0,164)	0.402**	-0.181
SectorAutomotrizyTte	0,635***	(0,184)	0.264	-0.221
SectorComunicaciones	0,149	(0,321)	-0.199	-0.384
SectorSoftware_id	1,295***	(0,216)	0.875***	-0.226
SectorSsEmpCon	0,051	(0,233)	0.051	-0.227
SectorSalud	0,223	(0,269)	0.353	-0.253
Pequeña	0,274	(0,309)	0.504	-0.373
Mediana	0,762**	(0,318)	0.730**	-0.384
Grande	1,226***	(0,361)	0.846**	-0.444
Expo	0,583***	(0,093)	0.353***	-0.112
EdadEmpresa	-0,002	(0,003)		
2.OrigenCapitales	-0,898***	(0,268)		
_cons	-2,205***	(0,344)		
Numero de Obs	3225		3294	
Wald chi2(37)	264.01		89.76	
Prob > chi2	0.000		0.000	
Pseudo R2	0.1835		0.0945	

Notas: *** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1. Wald *chi2* muestra significatividad conjunta. Error estándar robusto entre paréntesis.

4. Impactos sobre el Desempeño de las PyMEs

En la *Tabla 8* y *Tabla 9* se presentan 6 estimadores: 3 de emparejamiento (maching) y 3 de efectos tratamiento. Estas estimaciones tienen como objetivo la contratación de la segunda hipótesis la cual propone que los procesos de innovación incrementan la productividad laboral y generan empleo en las PyMEs Argentinas. Bajo esta metodología se formaron grupos similares de empresas innovadoras y no innovadoras para medir el impacto de las decisiones de innovación sobre el desempeño de las empresas. Esto tiene como objetivo balancear la muestra y remover el problema de autoselección presente en los estudios de innovación y productividad.

En la *Tabla 8* se presenta el impacto de la innovación en la productividad laboral. En principio se presentan las medias sin condicionar y la diferencia de medias de productividad entre empresas innovadoras y no innovadoras. Antes de aplicar las diferentes metodologías de emparejamiento el impacto medio de la innovación sobre productividad es del 35.4% (significativa al 1%). Sin embargo, al estar desbalanceados los grupos de empresas (diferiendo solo por su status innovador) este resultado pueden estar sobrestimando el verdadero impacto.

Con respecto a los estimadores de emparejamiento los resultados sugieren una mayor productividad laboral de aquellas empresas innovadoras por sobre las no innovadoras, en el orden del 17.4% 18.1% y 16.3 %, según la metodología utilizada⁶⁰. En cuanto a los estimadores de efecto tratamiento que estiman directamente el impacto promedio de la

⁶⁰ La diferencia entre magnitudes se deben al método de emparejamiento utilizado. Mientras que en el método por Puntajes de Propensión (psmatch 1-4) se emparejo 1 empresa innovadora con 4 no innovadoras mediante la medida de distancia “Mahalanobis” sugiriendo como resultado el 17% de impacto en productividad, en el segundo método por Puntajes de Propensión (psmatch 1-1) se emparejaron las empresas 1 a 1 y se utilizó la medida de distancia “más cercana” (Nearest Neighbor) con un calibrador que es un cuarto del desvío estándar de los puntajes de propensión. Al ser esta distancia más restrictiva, el emparejamiento 1-1 produce pérdida de observaciones siendo la muestra de soporte común de menor tamaño.

innovación, sugieren una evidencia favorable a la hipótesis propuesta de 15.7%, 14.8% y 13.8% de una mayor productividad laboral en las empresas innovadoras⁶¹.

En la *Tabla 9* se presentan los mismos estimadores para medir el impacto de la innovación en la generación de empleo en las firmas. Se observa al igual que la tabla 8 un impacto sobrestimado de la innovación sobre el empleo dado por la media simple de cada grupo de empresas del 58.6%. En la medida que no se emparejen los grupos de empresas las estimaciones del impacto promedio de la innovación sobre la creación de empleo en las PyMEs estarán sesgadas. Los estimadores de emparejamiento, sugieren impactos del 8.8% y del 12.2%, y los Estimadores del Efecto Tratamiento impactos medios aproximados del 8% al 9.8% en el empleo de las PyMEs⁶².

Si interpretamos de acuerdo al estimador que utiliza un modelo tanto para la variable respuesta como para la condición de tratamiento (PPIA) se sugiere que las empresas innovadoras tienen una productividad laboral del 13.8% por encima de las no innovadoras, que representa un total de \$ 5,746 por cada empleado.

Se recurre para la interpretación de la creación de empleo en las PyMEs a la muestra balanceada de la metodología (2) ya que se puede calcular la media y la mediana de la distribución del empleo. El número promedio de esta submuestra fue de 57 empleados, y si interpretamos el impacto del 8.8% representa una generación de empleo de 5 empleados de las firmas innovadoras por sobre las no innovadoras. La distribución del empleo total de las firmas esta sesgada hacia la derecha con una media mayor a la mediana de la distribución. La mediana del empleo de la muestra balanceada es de 36 empleados, por lo tanto el efecto en la mediana es de 3 empleados por firma innovadora.

⁶¹ El estimador PPIA al estar asociado a una metodología que diseña un modelo tanto para la productividad como para la asignación del tratamiento, las estimaciones pueden ser más robustas que la de AR o PPI.

⁶² Mientras que la metodología por Distancia más Cercana (*nnmatch*) un impacto del 28%. Esta metodología, puede incurrir en sesgos ya que se emparejan las empresas directamente desde las características observables. La metodología *nnmatch* produce una menor calidad de matching con respecto al emparejamiento por puntajes de propensión. Este último resume la multidimensionalidad en un solo puntaje pudiendo existir iguales puntajes de propensión para dos empresas pero que difieran en características observables.

Tabla 8. Impacto de la Innovación en la Productividad Laboral

Empresas	Medias No condicionada	Estimadores de Emparejamiento			Estimadores del Efecto Tratamiento		
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Innovadoras	10.963	-	10.923	-	10.854	10.856	10.705
No Innovadoras	10.608	-	10.741	-	10.697	10.708	10.567
Impacto Medio	0.354***	0.174***	0.181***	0.163***	0.157***	0.148***	0.138***
<i>Obs</i>	3416	3034	1692	3034	3044	3044	3044

Notas: Test de significatividad de medias condicionadas, *** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1
(1) *psmatch* (1-4).Ecuación de Selección: Probit. Medida de distancia: Mahalanobis
(2) *psmatch* (1-1).Ecuación de Selección Probit. Medida de distancia: Nearest Neighbor con calibrador de 0.25* σ .
(3) *nnmatch* (1-4) Medida de distancia: Mahalanobis
(4) AR. Ecuación de Regresión: Modelo Lineal
(5) PPI. Ecuación de Selección: Modelo Probit
(6) PPIA Ecuación de Regresión: Modelo Lineal. Ecuación de Selección: Modelo Probit

Tabla 9. Impacto de la Innovación en el Empleo

Empresas	Medias No condicionadas	Estimadores de Emparejamiento			Estimadores del Efecto Tratamiento		
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Innovadoras	3.734	-	3.617	-	3.582	3.58	3.576
No Innovadoras	3.148	-	3.535	-	3.256	3.264	3.262
Impacto Medio	0.586***	0.122***	0.088*	0.288**	0.094***	0.080***	0.098**
<i>Obs</i>	3526	3039	1698	3039	3039	3039	3039

Notas: Test de significatividad de medias condicionadas, *** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1
(1) *psmatch* (1-4).Ecuación de Selección: Probit. Medida de distancia: Mahalanobis
(2) *psmatch* (1-1).Ecuación de Selección Probit. Medida de distancia: Nearest Neighbor con calibrador de 0.25* σ .
(3) *nnmatch* (1-4) Medida de distancia: Mahalanobis
(4) AR. Ecuación de Regresión: Modelo Lineal
(5) PPI. Ecuación de Selección: Modelo Probit
(6) PPIA Ecuación de Regresión: Modelo Lineal. Ecuación de Selección: Modelo Probit

En la Tabla 10 se incluye un cuadro resumen de las hipótesis y los resultados obtenidos en las estimaciones previas. En primer lugar, se sugiere evidencia favorable a la primera hipótesis de investigación. Es importante para estimular la innovación en las PyMEs argentinas no solo el financiamiento a las capacidades tecnológicas mediante el instrumento FONTAR sino también la vinculación que tienen las empresas con la infraestructura de CyT del SIN. Un elemento adicional que interesó analizar en este trabajo fue el rol que cumplía el sector público como usuario de innovaciones. La evidencia sugiere que no solo es necesario estimular la innovación mediante la política

tecnológica sino que también es relevante el incentivo desde la demanda derivados de la Administración Pública como usuario de innovaciones.

En segundo lugar, se muestra la evaluación de impacto de la innovación en la productividad laboral y en la generación de empleo. Los resultados muestran evidencia favorable a la segunda hipótesis de investigación que establece que la innovación no solo influencia en forma favorable a la productividad laboral sino que también genera puestos de trabajo en las PyMEs en argentina para el corte considerado.

Tabla 10. Síntesis de Resultados		
1. Efectos en Innovación		
Variable Dependiente	Variable Independiente	Efecto Parcial
Innovación	Fontar	21%
	Usuario: <i>Administración Pública</i>	12%
	Instituciones del SNI:	
	<i>SEPYME</i>	11%
	<i>INTI,</i>	8%
	<i>INTA</i>	9%
	<i>SADS</i>	10%
2. Efectos en el Desempeño		
		Impacto Medio
		Porcentaje
Productividad Laboral		13.8%
Generación de Empleo		8.8%
		Cantidades
		\$ 5,746
		3 / 5

Fuente: Elaboración propia en base a Mapa Pyme

V. Reflexiones Finales

A lo largo de este trabajo se ha buscado analizar desde una perspectiva teórica y empírica los determinantes de la innovación desde un abordaje que hace hincapié en las interacciones proveedores - usuarios y particularmente en el rol del sector público como usuario avanzado de tecnologías. Como marco teórico alternativo al enfoque dominante se ha discutido la utilidad del SNI como orientación sistémica en el que se distinguieron sus componentes.

Dentro de estos componentes y en base a la revisión de la literatura que analiza esta temática, el sector público asumió un rol central, por un lado, desde la oferta en el financiamiento de sectores estratégicos, y por el otro, desde la demanda como usuario avanzado de tecnología. En particular, en esta tesis nos concentramos en su rol como usuario avanzado de innovaciones, dada la mayor atención de la literatura en el rol tradicional que ha cumplido el Estado en la política tecnológica.

Es en este marco, esta tesis analizó las compras públicas para la innovación (CPI), en tanto instrumento destacado del sector público para estimular el ritmo y la dirección en el cambio tecnológico. El recorrido por la literatura de CPI nos ha permitido mostrar que la orientación a metas u objetivos sociales, militares o políticos conduce al direccionamiento de la innovación en función a ciertas capacidades adquiridas por el sector público: sus capacidades tecnológicas y de negociación en base al volumen de su demanda.

Concentrarse en la orientación u objetivo que adquieren las compras públicas de innovación (CPI) reviste fundamental importancia para desestimar el reiterado argumento de fallas de mercado que se le ha adjudicado al sector público desde la corriente dominante. En particular, se buscó discutir cómo la participación activa del sector público trasciende al simple argumento de fallas de mercado y está presente no solo en las etapas tempranas del desarrollo del producto y de oportunidades tecnológicas. La literatura sostiene que el sector público también constituye un importante impulso de financiamiento entre la concepción original del desarrollo de un producto hasta el prototipo mediante contratos pre comerciales, que orientan el producto desde un objetivo

social y sirven de preparación previa a la compra pública de innovación. En esta última etapa el sector público puede establecerse como usuario final de la tecnología o como catalizador de la demanda hacia el sector privado, que se beneficia en base a una tecnología que no hubiera existido sin la presencia de este tipo de instrumento.

Desde una perspectiva empírica, la presente investigación ha buscado indagar en el rol del sector público como usuario avanzado de innovaciones y su contribución al desarrollo tecnológico en un país en proceso de *catching up* como es el caso de Argentina. Para ello se realizó un estudio econométrico y de evaluación de impacto de la innovación en la productividad y generación de empleo a partir de una base de datos de PyMEs de Argentina.

Se pudo confirmar la primera hipótesis de investigación que se plantea en este trabajo según la cual los procesos de innovación estimulados por una política tecnológica de generación de capacidades no se ven plenamente potenciados en la medida que no estén acompañados por la existencia del sector público como usuario avanzado de innovaciones. También se demostró la hipótesis complementaria según la cual el cambio tecnológico no solo incrementa la productividad laboral sino que la incorporación de innovaciones en producto y proceso también influencia la generación de empleo en las PyMEs Argentinas.

A continuación se presentan las principales conclusiones obtenidas tras el análisis de los resultados empíricos.

En primer lugar, confirmando la primer hipótesis el sector público como usuario avanzado de innovaciones explica de manera significativa la probabilidad de realizar innovaciones y complementa el estímulo a la innovación mediante los instrumentos de oferta de financiamiento de I+D y la asistencia técnica de los institutos de investigación recibido por las PyMEs.

La Administración Pública como usuario avanzado, los instrumentos de financiamiento de I+D y las instituciones de CYT contribuyen a la capacidad de realizar nuevos o sensiblemente mejorado productos y/o procesos en las empresas PyMEs. La realización de exportaciones es importante en la innovación y en la introducción de nuevos productos

al mercado. Sin embargo, la contratación pública se destina aquellas empresas que no exportaron en el año 2008, pudiendo ser una herramienta de demanda doméstica para las empresas PyMEs que aún no han podido alcanzar los estándares suficientes para alcanzar la exportación.

Las PyMES pertenecientes a los sectores de proveedores especializados y de los sectores intensivos en conocimiento como el sector de software e investigación y desarrollo también tienen una mayor probabilidad de realizar innovaciones.

Los sectores basados en la ciencia como el sector de software e investigación y desarrollo son aquellos sectores con mayor soporte desde el sector público tanto en la contratación pública como también en el apoyo y financiamiento de capacidades e I+D y en la búsqueda de oportunidades tecnológicas en base a una vinculación con la infraestructura de CYT del SNI.

Por último, en línea con la segunda hipótesis, dada la particular importancia que reviste el sector público en la innovación se buscó analizar el impacto de la innovación a nivel de la firma no solo en la productividad laboral sino también en la generación de empleo en las PyMEs. Para el análisis de evaluación de impacto se utilizaron diferentes metodologías de emparejamiento de grupos de empresas innovadoras y no innovadoras que tuvieron resultados positivos tanto en la productividad laboral como en la generación de empleo de las PyMEs innovadoras.

Como se intentó discutir en la presente investigación, la innovación y el impacto en el desempeño de la firma son producto de una compleja interacción entre políticas de la innovación orientada desde la oferta y la demanda. De esta forma no solo es necesaria la política de financiamiento en I+D para las etapas iniciales del desarrollo de un nuevo producto o sistema sino que también desde etapas tempranas se necesita la concreta interacción con el sector público como usuario participando de forma activa en el diseño y especificación del producto.

El sector público como usuario de innovaciones se constituye como participante central en los procesos de aprendizaje para alcanzar la frontera tecnológica. La contratación

pública pre comercial como espacio de interacción o mix de políticas de innovación es un instrumento necesario para el desarrollo tecnológico de un país en proceso de *catching up*. Esto nos lleva a pensar a la innovación como un proceso que no sólo se puede estimular puramente desde la política tecnológica sino que también se puede estimular desde la demanda mediante las compras públicas de innovación como lo han demostrado las experiencias exitosas de países desarrollados.

El análisis econométrico y las conclusiones que se desprenden de la presente investigación, no están exentos de presentar limitaciones que se pueden abordar en trabajos futuros. En primer lugar la metodología de corte transversal si bien permite obtener resultados estáticos para un año en particular, no permite analizar el impacto a través del tiempo de la dinámica innovativa de la firma sobre el desempeño, para lo que sería relevante utilizar una base de datos de panel en la que se pueda realizar interacciones entre las variables relevantes. En segundo lugar la metodología de emparejamiento se realiza a través de modelos *probit* existiendo el riesgo de omisión de variables relevante para la asignación al tratamiento de la empresa y de esta forma no se remueva totalmente el sesgo por selección. En tercer lugar, dado el estado actual de la literatura y la utilidad de la clasificación de compras públicas para la innovación, es relevante el estudio de estos temas en base a una metodología de estudios de casos para países en desarrollo y así entender en profundidad cómo se distinguen este tipo de compras y cuál es la influencia que tienen en el desarrollo tecnológico.

VI. Bibliografía

- Agosin, M. R., Fernández Arias, E., Crespi, G., Maffioli, A., Rasteletti, A., Wagner, R., & Trejos, A. (2014). *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. Inter-American Development Bank.
- Andersen, S.E. (1992). *Approaching National Systems of Innovation* en Lundvall, B. A. (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning, (pp. 81-106). Pinter Publishers, London. 1992.
- Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2008). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton university press.
- Aschhoff, B., & Sofka, W. (2009). Innovation on demand—Can public procurement drive market success of innovations? *Research policy*, 38(8), 1235-1247.
- Battisti, G. y Stoneman, P. (2010) 'How Innovative are UK Firms? Evidence from the Fourth UK Community Innovation Survey on Synergies between Technological and Organizationa Innovations', *British Journal of Management*, 21: 187–206.
- Breschi, S., Malerba, F., & Orsenigo, L. (2000). Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation. *The economic journal*, 110(463), 388-410.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge university press.
- Castillo, V., Maffioli, A., Rojo, S., & Stucchi, R. (2014). The effect of innovation policy on SMEs' employment and wages in Argentina. *Small Business Economics*, 42(2), 387-406.
- Chesnais, F. (1992). National systems of innovation, foreign direct investment and the operations of multinational enterprises. *1992*, 265, 295.
- Christensen, J.L. (1992). *The Role of Finance in National Systems of Innovation* en Lundvall, B. A. (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning, (pp.165-189). Pinter Publishers, London. 1992.
- Chudnovsky, D., & Porta, F. (1990). *La competitividad internacional: principales cuestiones conceptuales y metodológicas* (Vol. 3). CENIT.

- Cimoli, M., Dosi, G., Nelson, R., & Stiglitz, J. E. (2006). Institutions and policies shaping industrial development: An introductory note.
- Crépon, B., Duguet, E., & Mairessec, J. (1998). Research, Innovation and Productivity [Ty: An Econometric Analysis at the Firm Level. *Economics of Innovation and new Technology*, 7(2), 115-158.
- Crespi, G., & Zuniga, P. (2012). Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. *World Development*, 40(2), 273-290.
- Dalpé, R., DeBresson, C., & Xiaoping, H. (1992). The public sector as first user of innovations. *Research Policy*, 21(3), 251-263.
- Dalpé, R. (1994). Effects of government procurement on industrial innovation. *Technology in society*, 16(1), 65-83.
- Dalum, B. (1992). *Export Specialisation, Structural Competitiveness and National Systems of Innovation* en Lundvall, B. A. (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning, (pp. 215-251). Pinter Publishers, London. 1992.
- Dosi, G. (1988). "The nature of innovation." en Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete, L. (Eds) *Technical Change and Economic Theory*. Londres, N.Y., Pinter Publishers.
- Dosi, Giovanni (2013). *Dinámica y Coordinación Económica. Algunos Elementos para un Paradigma Alternativo "Evolucionista"*. Adaptación al español de la Introducción a G. Dosi: *Further Essays on Economic Organization, Industrial Dynamics and Development* Cheltenham: Edward Elgar.
- Dosi, G., Tyson, L., & Zysman, J. (1989). *Trade, technologies, and development: a framework for discussing Japan. Politics and productivity*. Ballinger Publishing, New York.
- Edler, J., & Georghiou, L. (2007). Public procurement and innovation—Resurrecting the demand side. *Research policy*, 36(7), 949-963.
- Edquist y Lundvall, 1993. *Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation*. En Nelson, R. (Ed.) (1993): *National Systems of Innovation: A Comparative Study*, Oxford, Oxford University Press.

- Edquist, C., Hommen, L., (1998). Government technology procurement and innovation theory. Paper for the project "Innovation Systems and European Integration" (ISE). Linköping.
- Edquist, C., & Hommen, L. (1999). Systems of innovation: theory and policy for the demand side. *Technology in society*, 21(1), 63-79.
- Edquist, C., & Zabala-Iturriagoitia, J. M. (2012). Public Procurement for Innovation as mission-oriented innovation policy. *Research Policy*, 41(10), 1757-1769.
- Edquist, C., & Zabala-Iturriagoitia, J. M. (2014). Pre-commercial procurement: a demand or supply policy instrument in relation to innovation? *R&D Management*.
- Fagerberg, J. (1992). *The Home Market Hypothesis Reexamined: The Impact of Domestic User-Producer Interaction on Export Specialization* en Lundvall, B. A. (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning, (pp.253-269). Pinter Publishers, London. 1992.
- Ferrer, A. (1974). Tecnología y política económica en América Latina (Vol. 19). Editorial Paidós.
- Freeman, C. (1991). Networks of innovators: a synthesis of research issues. *Research policy*, 20(5), 499-514.
- Freeman, C. (1992). *Formal Scientific and Technical Institutions in the National in the National System of Innovation* en Lundvall, B. A. (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning, (pp.191-211). Pinter Publishers, London. 1992.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of economics*, 19(1), 5-24.
- Freeman, C. (2004). Technological infrastructure and international competitiveness. *Industrial and Corporate Change*, 13(3), 541-569.
- Freeman, C. y Perez, C. (1988). *Structural Crisis of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour*. En G.Dosi et al. eds. *Technical Change and Economic Theory*, London: Francis Pinter, pp. 38-66.
- Frenz, M. y Lambert, R. (2010) 'Connected innovation: An international comparative study that identifies mixed modes of innovation', paper presentado en Summer

- Conference 2010: Opening up Innovation: Strategy, Organization and Technology, London (Junio 16 - 18, 2010).
- Georghiou, L., Amanatidou, E., Belitz, H., Cruz, L., Edler, J., Edquist, C. & van en Biesen, J. (2003). Raising EU R&D Intensity: Improving the Effectiveness of Public Support Mechanisms for Private Sector Research and Development: Direct Measures. Commission of the European Communities, EUR20716 Website—www.euromaplive.iconinnovation.de/html/bodt-downloads.
- Gregersen, B. (1992). *The Public Sector as a Pacer in National System of Innovation* en Lundvall, B. A. (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning, (pp.145-163). Pinter Publishers, London. 1992.
- Guo, S., & Fraser, M. W. (2010). *Propensity score analysis. Statistical methods and applications*. Sage Publications.
- Gutman, G. E., & Lavarello, P. J. (2014). Biopharmaceuticals and firm organisation in Argentina: opportunities and challenges. *International Journal of Technology and Globalisation*, 7(3), 159-178.
- Heckman, J. J. (1979), "Sample Selection Bias as a Specification Error," *Econometrica*, 47, 125–129.
- Hirschman, A. O. (1958). *The strategy of economic development* (Vol. 58). New Haven: yale university Press.
- Johnson, B. H. (1992). *Institutional learning* in Lundvall, B. A. (1992). En National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning, (pp.33-56). Pinter Publishers, London. 1992.
- Kaiser, H. F. (1960) 'The Application of Electronic Computers to Factor Analysis', *Educational and Psychological Measurement*, 20(1): 141-151.
- Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth, 14, 640.
- Lavarello, P. (2004). Estrategias empresariales y tecnológicas de las firmas multinacionales de las industrias agroalimentarias argentinas durante los años noventa. *Desarrollo económico*, 231-260.

- Lavarello, P., Sarabia, M. (2015). La Política industrial en Argentina durante los 2000: pluralidad de enfoques a la luz de la experiencia internacional. MIMEO.
- List, F. (1841). El Sistema Nacional de Política Económica. Fondo de Cultura Económica.
- Lundvall, B-Å. (1985). Product Innovation and User-Producer Interaction. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Lundvall, B. A. (1988). *Innovation as an interactive process: from user-producer to the notorial system of innovation* en Dosi, G. et al. *Technical Change and Economic Theory*. Londres, Pinter Publishers, pp. 349-369.
- Lundvall, B. A. (1992). *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*, Pinter Publishers, London. 1992.
- Lundvall, B. Å., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research policy*, 31(2), 213-231.
- Malerba, F. (2002). *Sectorial systems of innovation and production*. *Research Policy*, 31 (2002) 247–264.
- Mazzucato, M. (2011). The Entrepreneurial State. Demos.
- Mowery, D., & Rosenberg, N. (1979). The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research policy*, 8(2), 102-153.
- Nelson, R. (Ed.) (1993): *National Systems of Innovation: A Comparative Study*, Oxford, Oxford University Press.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982) *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge, Mass.; London: Belknap Press.
- Neyman, J.S. (1935), “Statistical Problems in Agricultural Experimentation”. *Journal of the Royal Statistical Society, Series. B*, 2 , 107–108.
- OECD (2005). *Manual de OSLO. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*, Madrid: OECD y Eurostat.
- Orsenigo, L. (1999). *The Emergence of biotechnology*, New York, St Martin’s Press.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, 13(6), 343-373.

- Perez, C. y Soete, L. (1988). *Catching up in technology: entry barriers and Windows of opportunity*. In G.Dosi et al. eds. *Technical Change and Economic Theory*, London: Francis Pinter, pp. 458-479.
- Perroux, F. (1950), 'Economic Space. Theory and Applications,' *Quarterly Journal of Economics* LXIV, 89–104
- Perroux, F. (1955): "Note sur la notion de pôle de croissance". *Economie Appliquée*, 7, pp. 307-320.
- Pisano, G. (2006). *Science Business. The Promise, the Reality and the Future of Biotech*. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
- Robert, V., Yoguel, G., Suarez, D., & Barletta, F. (2010) Heterogeneity in local systems of innovation: evidence from Argentinean manufacturing SMEs.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1985). Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score. *The American Statistician*, 39(1), 33-38.
- Rosenberg N. C (1976) "Technological change in the machine tool industry 1840-1910" en "Perspectives on technology" Cambridge University Press.
- Rubin, D. B. (1974), "Estimating Causal Effects of Treatments in Random-ized and Nonrandomized Studies," *Journal of Educational Psychology*, 66, 688–701.
- Rubin, D. B. (1978), "Bayesian Inference for Causal Effects: The Role of Random-ization," *The Annals of Statistics*, 6, 34–58.
- Ruttan, V. W. (2005). *Military procurement and technology development*. Department of Applied Economics, College of Agricultural, Food, and Environmental Sciences, University of Minnesota.
- Schumpeter, J.A. (1912), *Teoría del desenvolvimiento económico*, traducción española, Fondo de Cultura Económica, México, 1944.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles* (Vol. 1, pp. 161-74). New York: McGraw-Hill.

- Simon, H. A. (1976). From substantive to procedural rationality. In *25 Years of Economic Theory* (pp. 65-86). Springer US.
- StataCorp. (2013). *Stata Treatment-Effects Reference Manual: Potential Outcomes/Counterfactual Outcomes. Release 13*. Recuperado de: <http://www.stata.com/manuals13/te.pdf>.
- Teitel, S. (2008). Understanding firm performance: The case of developing countries's firms that compete internationally in technologically advanced industries. *The Journal of Socio-Economics*, 37(3), 895-906.
- Utterback, J. M., & Abernathy, W. J. (1975). A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, 3(6), 639-656.
- Wooldridge, J. M. (2006). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno*. Editorial Paraninfo.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press.

VII. Anexo

A.

1. Supuestos del método de puntajes de propensión

La metodología de puntajes de propensión cumple con propiedades deseables para resolver el problema de no aleatoriedad de la asignación (Guo y Fraser, 2010, Cameron y Trivedi, 2005).

- a. El puntaje de propensión balancea las diferencias observadas entre los participantes del tratamiento y control de la muestra. Un participante bajo la condición de tratamiento y otro bajo la condición de control con la misma puntuación tienen la misma distribución en el vector X_i de variables observables.
- b. La asignación al tratamiento y las variables observadas son condicionalmente independientes dado el puntaje de propensión para cada observación,

$$x_i \perp t_i | p(x_i) \quad (1)$$

En otras palabras condicionados en el puntaje de propensión, cada participante tiene la misma probabilidad de ser asignado al tratamiento independientemente de sus características particulares.

- c. Si se mantiene el supuesto de no aleatoriedad de asignación al tratamiento y $p(x_i)$ es una puntuación que balancea los grupos de tratamiento y control, entonces la diferencia esperada en las respuestas observadas dado por $p(x_i)$ es una estimación insesgada igual a ATE. En términos formales:

$$\tau_i = ATE = E(Y_1 | T_i = 1) - E(Y_0 | T_i = 0) = E[Y_1 - Y_0 | p(x_i)] \quad (2)$$

2. Estimación de los puntajes de propensión

Existen ciertos métodos para estimar la probabilidad condicional de recibir tratamiento utilizando el vector de características observables del participante. Estos métodos incluyen el modelo de regresión logit, el modelo *probit* y el análisis de discriminante. En el marco de esta investigación se utiliza para la estimación de los puntajes de propensión un modelo *probit* como el modelo (1):

$$P(y = 1|x) = G(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k) = G(\beta_0 + x\beta) \quad (3)$$

Donde G es una función que solo toma valores entre cero y uno: $0 < G(z) < 1$, para todo número real z . La función G en el Modelo *Probit* es la función de distribución acumulada (*f.d.a*) de una variable aleatoria normal tipificada que se puede expresar como una integral:

$$G(z) = \Phi(z) \equiv \int_{-\infty}^z \phi(v)dv \quad (4)$$

Donde $\phi(z)$ es la función de densidad de una variable aleatoria normal tipificada.

$$\phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-z^2/2} \quad (5)$$

Esta forma funcional para $G(\cdot)$ asegura que (3) tome valores entre cero y uno para cualquier valor de los parámetros y de las x_j .

La estimación del modelo *probit* o modelo de variable dependiente limitada se realiza mediante el **estimador de máxima verosimilitud**, que tiene en cuenta la heterocedasticidad de ($var y|x$).

Supongamos que se dispone de una muestra aleatoria de tamaño n . Para obtener el estimador de máxima verosimilitud, condicionado a las variables explicativas, necesitamos la densidad de y_i dado x_i :

$$f(y|x_i; \beta) = [G(x_i \beta)]^y [1 - G(x_i \beta)]^{1-y}, \quad y = 0,1 \quad (6)$$

La función logarítmica de verosimilitud para la observación i es una función de los parámetros y los datos y se obtiene tomando el logaritmo de (3):

$$\ell_i(\beta) = y_i \log[G(x_i \beta)] + (1 - y_i) \log[1 - G(x_i \beta)] \quad (7)$$

La función logarítmica de verosimilitud para una muestra de tamaño n se obtiene sumando (7) para todas las observaciones: $\ell(\beta) = \sum_{i=1}^n \ell_i(\beta)$. El estimador MV de β , al que llamaremos $\hat{\beta}$, es el que maximiza esta función logarítmica de verosimilitud. Si $G(\cdot)$ es la f.d.a de una normal tipificada, entonces $\hat{\beta}$ es el *estimador probit*. Bajo un supuesto muy general el estimador MV es consistente, asintóticamente normal y asintóticamente eficiente (Wooldridge, 2006).

3. Método de emparejamiento: Greedy Matching (participante más cercano con calibración)

Luego que los puntajes de propensión ya se estimaron, el paso siguiente del análisis requiere que se realice el emparejamiento (matching) entre las empresas innovadoras y no innovadoras basado en los puntajes de propensión previamente estimados. Este emparejamiento forma un grupo de soporte común en donde las empresas innovadoras y no innovadoras comparten la misma probabilidad de ser asignadas al tratamiento (o igual probabilidad de innovar) si la muestra es lo suficientemente grande.

Dado que P_i y P_j son los puntajes de propensión para las empresas y dado que I_1 e I_0 son los nuevos grupos formados por las innovadoras y las no innovadoras, luego del balanceo, se determina un vecino cercano a $C(P_i)$ que contenga una empresa no innovadora tal que $j \in I_0$ sea un par de matcheo para la empresa innovadora ($i \in I_1$), si la diferencia absoluta de los puntajes de propensión es la distancia mínima de todos los pares posibles de puntajes de propensión entre j e i ,

$$C(P_i) = \min_j \|P_i - P_j\|, \quad j \in I_0 \quad (8)$$

Si solo se encuentra una empresa no innovadora para machear con la empresa innovadora entonces, el matching se realiza 1 - 1, pero si por lo contrario existen n empresas como posibles controles de la empresa bajo tratamiento entonces el matching es 1 - n . Además se elegirá aquella empresa bajo el grupo de control tal que la diferencia absoluta del puntaje de propensión cumpla la siguiente condición,

$$\|P_i - P_j < \varepsilon\|, \quad j \in I_0 \quad (9)$$

Donde ε , es un umbral o calibración previamente especificada. Se determinó el umbral para esta investigación en línea con lo sugerido por Rubin (1985).

$$\varepsilon < 0.25 * \sigma$$

4. *Test de significatividad de las diferencias de medias*

Una vez que se emparejaron ambos grupos de empresas, se calcula la media de la productividad laboral y del empleo condicionados en las variables que se incluyeron en el modelo *probit* y se realiza un test de diferencias de medias (*ttest*) de dos colas. Este test corrobora la significatividad del impacto en el desempeño de las firmas de la realización de esfuerzos de innovación.

B.

Es importante que para utilizar los estimadores de tratamiento se deben cumplir ciertos supuestos fundamentales:

- a) *Supuesto de independencia condicional (IC)*: una vez que se controló por las características observables la variable respuesta es independiente de la condición de tratamiento. en este caso la variable de desempeño de las empresas son independientes de la decisión de innovar, removiéndose de esta forma la selección muestral (autoselección) del problema. La condición de independencia entre el modelo de tratamiento y la respuesta potencial: luego de condicionar por los regresores, cuando ninguna variable afecta ni a la condición de tratamiento ni a la variable respuesta, la misma se asume condicionalmente independiente del tratamiento. Intuitivamente esto nos dice que solo los regresores x afectan al tratamiento y a la variable respuesta y cualquier otra variable que afecte a la variable de tratamiento debe ser independiente de la variable respuesta⁶³.

⁶³ De hecho, la condición de independencia impuesta en el modelo es más de lo que se necesita para estimar ATE, ya que bastara solo con una media condicionada en los regresores que le imponemos al modelo. Intuitivamente lo que la media condicionada en los regresores quiere decir

- b) *Supuesto de solapamiento*: requiere que para cada observación tenga una probabilidad positiva de recibir tratamiento. se requiere este supuesto de solapamiento para poder encontrar el contrafáctico. cuando el supuesto de independencia condicional se da junto con el supuesto de solapamiento o superposición se dice que se puede ignorar la asignación no randomizada de observaciones en el programa en consideración y se puede calcular el impacto promedio del mismo.
- c) *Distribución Idéntica e independientemente distribuida (i.i.d)*: garantiza que la variable respuesta y la condición de tratamiento de cada empresa no estén relacionadas con a variables respuestas y la condición de tratamiento de todas las demás empresas dentro de la muestra. este supuesto asegura que la variable respuesta y la condición de tratamiento de cada observación no estén relacionadas.

es que luego de condicionar por características observables x_i la condición de tratamiento no afecta la media condicional del resultado potencial (Wooldrige, 2010).

C.

Tabla 1. Descripción de Formularios y Variables Seleccionadas

Formulario	Descripción	Variables Seleccionadas	Descripción
1. Empresa	Información de la Empresa	Id Local	Identificación del local
		IdActividadPrincipalEmpresa	Rama de actividad de la empresa -CLANAE 2004
		CapitalNacional	Porcentaje del capital de origen nacional.
		CapitalExtranjero	Porcentaje del capital de origen extranjero.
		Tamaño de la firma	Clasificación de Empresa/Local (en función del ingreso facturado)
2. Personal	Información sobre el personal ocupado al 31/12/2008	P_Total	Personal ocupado total del local
3. Egresos e Ingresos	Información sobre los ingresos y egresos devengados	E_Total08	Total egresos - 1° y 2° semestre 2008
		I_Total08	Total ingresos - 1° y 2° semestre 2008
4. Innovación	Se considera una actividad de innovación de producto o proceso a la incorporación de maquinaria, adquisición de conocimientos, desarrollo de nuevo diseños de productos/ procesos de producción, actividades de I+D, e Incorporación al mercado de productos (bienes o servicios) nuevos o sensiblemente mejorados desarrollados por la empresa	Innovación	Realizó Actividades de Innovación <i>Actividades de innovación:</i>
		AI_Interna	1. I+D interna
		AI_Externa	2. I+D externa
		AI_Maquinaria	3. Adquisición de maquinaria y equipo informático
		AI_Conocimiento	4. Adquisición de otros conocimientos externos
		AI_Disenio	5. Diseño para producción y/o distribución
		AI_Formación	6. Formación interna y externa para el personal
		AI_Introducción	7. Introducción de innovaciones en el mercado
		AI_Otros	8. Otras actividades de innovación
			<i>Fuentes de información para la innovación:</i>
	FII_InternasLocal	1. Fuentes internas del local	
	FII_EmpresasVinculadas	2. Otras empresas vinculadas	
	FII_ProvEquipos	3. Proveedores de equipos	

(Continúa en la página siguiente)

Tabla 1. Descripción de Formularios y Variables Seleccionadas (continuación)

Formulario	Descripción	Variables Seleccionadas	Descripción
		FII_ProvInsumos	4. Proveedores de insumos
		FII_Cometidores	5. Cometicidores
		FII_Usuarios	6. Usuarios
		FII_Universidades	7. Universidades
		FII_OrgPúblicos	8. Organismos públicos de investigación y apoyo técnico
		FII_Congresos	9. Congresos, ferias y exposiciones
		FII_Revistas	10. Revistas profesionales
		IP_NuevosProductos	El local ha introducido en el mercado productos nuevos o mejorados (Junio 2006- Junio 2008)
5.Comercio Exterior	Información sobre exportaciones	Exp2008	Durante el 2008 registró ventas al exterior
			<i>Principal destino de su producción durante el año 2008:</i>
			1. Empresas agropecuarias
			2. Comercios mayoristas
			3. Comercios minoristas
			4. Sector/ Administración pública
			5. Profesionales
			6. Empresas privadas industriales
			7. Empresas privadas de servicios
			8. Empresas públicas
			9. Mercado externo
			10. Consumidor final
			<i>Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con:</i>
		O_GN_SEPYME	1. Sepyme
		O_GN_MDS	2. Ministerio de desarrollo social
		O_GN_SA	3. Secretaria de agricultura
		O_GN_INTI	4. INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial)
		O_GN_INTA	5. INTA (Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria)
		O_GN_MT	6. Ministerio de trabajo
		O_GN_SCT	7. Secyt (Secretaría de Ciencia y Técnica)
		O_GN_Fontar	8. Fontar (Fondo Tecnológico Argentino)
		O_GN_SADS	9. Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable
6.Usuarios	Principal destino de producción durante el año 2008	Destino de Producción	
7.Políticas públicas	Organismos e instituciones que ha tenido relación o ha desarrollado alguna actividad durante el primer semestre de 2008. Incluye todo tipo de actividad formal e informal que implique cooperación y/o potenciación de capacidades personales o institucionales.		

Tabla 2. Definición y Construcción de variables

VARIABLES	Nombre	Tipo	Definición
Dependientes			
<i>De Innovación</i>			
	innovacion	Binaria	La Empresa Realizo Actividades de Innovación
	innovacion_d	Binaria	Agrupadas por ACP (Patrón de innovación): AI_Interna AI_Externa AI_Maquinaria AI_Conocimiento AI_Diseño AI_Formación AI_Introducción AI_Otros
	IP_NuevosProd		El local ha introducido en el mercado productos nuevos o mejorados (Junio 2006- Junio 2008)
<i>De Desempeño</i>			
Productividad laboral	Productividad_l	Continu	Log del VA por empleado
Empleo	empleo	a	Log del empleo total
Independientes			
<i>Política de innovación de oferta y Organismos del Gobierno Nacional (SNI)</i>			
1. Secretaria de la pequeña y mediana empresa	O_GN_SEPYME		Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con la sepyme.
2. Ministerio de desarrollo social	O_GN_MDS		Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con el ministerio de desarrollo social.
3. Secretaria de agricultura	O_GN_SA	Binaria	Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con la secretaria de agricultura.
4. Instituto Nacional de Tecnología Industrial	O_GN_INTI		Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con el INTI.
5. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	O_GN_INTA		Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con el INTA

Tabla 2. Definición y Construcción de variables

Variab	Nombre	Tipo	Definición
6. Ministerio de Trabajo	O_GN_MT		Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con el ministerio de trabajo.
7. Secretaria de Ciencia y Técnica	O_GN_SCT		Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con la secretaria de ciencia y técnica.
8. Fondo Nacional Tecnológico Argentino	O_GN_Fontar		Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con el Fontar.
9. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable	O_GN_SADS		Desarrollo alguna actividad o tuvo relación con la secretaria de ambiente y desarrollo sustentable.
<i>Usuarios</i>			
1. Empresas agropecuarias	Empresas agropecuarias		Empresas agropecuarias
2. Comercios mayorista	Comercios mayorista		Comercios mayoristas
3. Comercios minorista	Comercios minorista		Comercios minoristas
4. Administración Pública	Administración Pública		Sector/ Administración pública
5. Profesionales	Profesionales		Profesionales
6. Empresas privadas industriales	Empresas privadas industriales	Binaria	Empresas privadas industriales
7. Empresas privadas de servicios	Empresas privadas de servicios		Empresas privadas de servicios
8. Empresas públicas	Empresas públicas		Empresas públicas
9. Mercado externo	Mercado externo		Mercado externo
10. Consumidor final	Consumidor final		Consumidor final
<i>Fuentes de información para la innovación:</i>			
1. Organismos Públicos	FII_OrgPúblicos		
2. Usuarios	FII_Usuarios	Binaria	Fuente de información provino de los Usuarios
3. Revistas	FII_Revistas		Fuente de información provino de Revistas

Tabla 2. Definición y Construcción de variables

VARIABLES	NOMBRE	TIPO	DEFINICIÓN
4. Proveedores de Equipos	FII_ProvEquipos		Fuente de información provino de los Proveedores de equipos
5. Congresos	FII_Congresos		Fuente de información provino de los Congresos
6. Proveedores de Insumos	FII_ProvInsumos		Fuente de información provino de Proveedores de Insumos
7. Universidades	FII_Universidades		Fuente de información provino de las Universidades
8. Internas al Local	FII_InternasLocal		Fuente de información provino de Fuentes Internas al Local
9. Competidores	FII_Competidores		Fuente de información provino de los Competidores
10. Empresas Vinculadas	FII_EmpresasVinculadas		Fuente de información provino de las Empresas Vinculadas
De Control			
<i>Tamaño de la firma (cantidad de empleados)</i>			
1. Micro	Micro	Binaria	Menor 5 empleados
2. Pequeña	Pequeña		Entre 5 y 50 empleados
3. Mediana	Mediana		Entre 50 y 200 empleados
4. Grande	Grande		Mayor a 200 empleados
<i>Tamaño de la firma (facturación)</i>			
1. Menor a Micro	Menor a Micro	Binaria	Industria Comercio Servicios \$ 625.000 \$ 925.000 \$ 233.750
2. Micro	Micro		\$ 1.250.000 \$ 1.850.000 \$ 467.500
3. Pequeña	Pequeña		\$ 7.500.000 \$ 11.100.000 \$ 3.366.000
4. Mediana	Mediana		\$ 60.000.000 \$ 88.800.000 \$ 22.440.000
5. Mediana Grande	Mediana Grande		\$ 90.000.000 \$ 133.200.000 \$ 33.660.000
6. Grande	Grande		Desde el límite de mediana grande en adelante
Edad Empresa	EdadEmpresa	Continua	2008-AnioInicioActividad
Origen de Capitales	OrigenCapitales	Binaria	OrigenCapitales=0 si el CapitalNacional es del 100% OrigenCapitales=1 si el CapitalExtranjero es del 100%
Exportaciones	Expo	Binaria	La Empresa exportó durante el año 2008

Tabla 2. Definición y Construcción de variables

Variab les	Nombre	Tipo	Definición
<i>Sectoriales (Según CLANAE 2004)</i>			
<i>Industria Manufacturera</i>			
1. Sector de Alimentos	SectorAimentos		Elaboración de Productos Alimenticios y Bebidas
2. Sector Textil y Cuero	SectorTexilyCuer o		Fabricación de productos textiles y de cueros
3. Sector Madera	SectorMadera		Fabricación de Productos de Maderas, Muebles, Colchones, Juegos y juguetes, Instrumentos de Música
4. Sector Papel	SectorPapel		Fabricación de Papel y Edición
5. Sector Químicos	SectorQuimicos		Fabricación de Sustancias y productos químicos, elaboración de combustible nuclear, y refinación de petróleo
6. Sector Plástico	SectorPlastico		Fabricación Productos de caucho y plástico
7. Sector Minerales No Metálicos	SectorMineralesNo Met		Fabricación de Minerales no metálicos
8. Sector Metales	SectorMetal	Binaria	Fabricación de Metales comunes y productos de metal (excepto maquinaria y equipo)
9. Sector de Maquinaria y Equipos, Aparatos Eléctricos y de Precisión	SectorMyE_InstrPr ec		Fabricación de Maquinaria y Equipos, Aparatos eléctricos e instrumentos de precisión , y reparación de maquinaria y equipo
10. Sector Automotriz y Transporte	SectorAutomotrizy Tte		Fabricación de Vehículos Automotores , Remolques y semirremolques de Equipos de Transporte
<i>Servicios</i>			
11. Servicios de Comunicaciones	SectorComunicacio nes		Servicios de correo, internet y telecomunicaciones, radio y televisión, telefonía fija, móvil y vía satélite
12. Servicios de Software y de Investigación y Desarrollo	SectorSoftware_id		Servicios informáticos y de I+D en Ingeniería y tecnología , ciencias médicas, agropecuarias, exactas, sociales
13. Servicios empresariales y consultoría	SectorSsEmpCon		Servicios jurídicos, de contabilidad, estudios de mercado, publicidad.
14. Servicios Sociales y de Salud	SectorSalud		Servicios relacionados con la salud humana y sociales

Nota: Las variables Binarias toman el valor 1 si pertenece a la categoría o 0 en caso contrario

Tabla 3. Estadísticas Descriptivas

Variables	Obs	Media	Desvío Estándar	Min	Max
Dependientes					
<u>De Innovación</u>					
Innovacion_d	3526	0.326	0.468	0	1
IP_NuevosProd	1213	0.579	0.493	0	1
<u>De Desempeño</u>					
Productividad Laboral	5301	86610.3	146642.9	63.634	2622578
lnprod08	5301	10.836	1.009	4.153	14.77
empleo	5499	3.262	1.039	0	6.666
P_Total	5499	44	54	1	786
Independientes					
Política de innovación de oferta e instituciones del SNI					
O_GN_SEPYME	5499	0.079	0.210	0	1
O_GN_MDS	5499	0.014	0.119	0	1
O_GN_SA	5499	0.019	0.136	0	1
O_GN_INTI	5499	0.061	0.240	0	1
O_GN_INTA	5499	0.023	0.150	0	1
O_GN_MT	5499	0.079	0.269	0	1
O_GN_SCT	5499	0.007	0.083	0	1
O_GN_Fontar	5499	0.039	0.194	0	1
O_GN_SADS	5499	0.030	0.171	0	1
Usuarios					
Empresas agropecuarias	5499	0.064	0.246	0	1
Comercios mayorista	5499	0.195	0.396	0	1
Comercios minorista	5499	0.121	0.326	0	1
Administración Pública	5499	0.025	0.158	0	1
Profesionales	5499	0.005	0.072	0	1
Empresas privadas industriales	5499	0.203	0.402	0	1
Empresas privadas de servicios	5499	0.088	0.284	0	1
Empresas públicas	5499	0.005	0.072	0	1
Mercado externo	5499	0.024	0.153	0	1
Consumidor final	5499	0.266	0.442	0	1
Fuentes de información para la innovación:					
FII_OrgPúblicos	1193	0.211	0.408	0	1
FII_Usuarios	1193	0.180	0.384	0	1
FII_Revistas	1193	0.144	0.351	0	1
FII_ProvEquipos	1193	0.118	0.322	0	1
FII_Congresos	1193	0.104	0.306	0	1
FII_ProvInsumos	1193	0.095	0.294	0	1
FII_Universidades	1193	0.055	0.228	0	1
FII_InternasLocal	1193	0.048	0.215	0	1
FII_Competidores	1193	0.023	0.151	0	1
FII_EmpresasVinculadas	1193	0.018	0.134	0	1
De Control					
Tamaño de la firma (cantidad de empleados)					
1. Micro	5499	0.060	0.238	0	1
2. Pequeña	5499	0.660	0.473	0	1
3. Mediana	5499	0.257	0.437	0	1
4. Grande	5499	0.021	0.145	0	1

Tabla 3. Estadísticas Descriptivas

Variables	Obs	Media	Desvío Estándar	Min	Max
Tamaño de la firma (facturación)					
1. Grande	5499	0.013	0.115	0	1
2. Mediana	5499	0.337	0.473	0	1
3. MedianaGrande	5499	0.028	0.166	0	1
4. MenorMicro	5499	0.105	0.307	0	1
5. Micro	5499	0.093	0.291	0	1
6. Pequeña	5499	0.386	0.486	0	1
EdadEmpresa	5498	19.254	15.383	0	115
OrigenCapitales	5405	0.982	0.130	0	1
expo	5499	0.176	0.381	0	1
Sectoriales					
1. Sector Alimentos	3294	0.160	0.367	0	1
2. SectorMaqEqInstrElecPrec	3294	0.105	0.306	0	1
3. SectorMetal	3294	0.103	0.304	0	1
4. SectorTexilyCuero	3294	0.097	0.296	0	1
5. SectorSsEmpCon	3294	0.088	0.284	0	1
6. SectorPapel	3294	0.077	0.266	0	1
7. SectorPlastico	3294	0.061	0.239	0	1
8. SectorAutomotrizyTte	3294	0.059	0.236	0	1
9. SectorQuimicos	3294	0.050	0.219	0	1
10. SectorSalud	3294	0.050	0.218	0	1
11. SectorMadera	3294	0.040	0.196	0	1
12. SectorMineralesNoMet	3294	0.040	0.198	0	1
13. SectorComunicaciones	3294	0.038	0.192	0	1
14. SectorSoftware_id	3294	0.026	0.1603	0	1