



# El sistema argentino de innovación: instituciones, empresas y redes

El desafío de la creación  
y apropiación de conocimiento

Diana Suárez  
(compiladora)



Universidad  
Nacional de  
General  
Sarmiento





# **El sistema argentino de innovación: instituciones, empresas y redes**



Diana Suárez  
(compiladora)

**El sistema argentino de innovación:  
instituciones, empresas y redes**  
El desafío de la creación y  
apropiación de conocimiento



Universidad  
Nacional de  
General  
Sarmiento

El sistema argentino de innovación : instituciones, empresas y redes : el desafío de la creación y apropiación de conocimiento / Gabriel Yoguel ... [et.al.] ; compilado por Diana Suárez.

- 1a ed. - Los Polvorines : Universidad Nacional de General Sarmiento, 2013. 684 p. ; 0x0 cm. - (Ciencia, innovación y desarrollo; 4)

ISBN 978-987-630-159-6

1. Innovación. 2. Trabajo. 3. Producción. I. Yoguel, Gabriel II. Suárez, Diana, comp.

CDD 338.06

Fecha de catalogación: 15/07/2013

© Universidad Nacional de General Sarmiento, 2013  
J. M. Gutiérrez 1150, Los Polvorines (B1613GSX)  
Prov. de Buenos Aires, Argentina  
Tel.: (54 11) 4469-7578  
ediciones@ungs.edu.ar  
www.ungs.edu.ar/ediciones

Diseño de colección:  
Andrés Espinosa - Departamento de Publicaciones - UNGS  
Alejandra Spinelli  
Corrección: Gabriela Laster

ISBN: 978-987-630-159-6



Licencia Creative Commons 4.0  
Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada (by-nc-nd)

# Índice

Introducción / Diana Suárez..... 11

## SECCIÓN I: EL SISTEMA ARGENTINO DE INNOVACIÓN

### I.1. INSTITUCIONES Y POLÍTICAS PÚBLICAS

El sistema de innovación argentino en perspectiva histórica:  
historia institucional y políticas públicas / Ariel Gordon .....25

Promoción de la innovación e incorporación de soluciones tecnológicas  
en micro, pequeñas y medianas empresas. Análisis de la metodología  
y resultados (2008-2010) del Programa de Modernización Tecnológica  
(PMT) de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia  
de Buenos Aires, Argentina / Carlos Gerónimo Gianella, Alberto Nicolás  
Briozzo y Sergio Chesler .....59

### I.2. LA DINÁMICA MICRO DE LOS PROCESOS DE INNOVACIÓN: DETERMINANTES, RESULTADOS Y DESEMPEÑO

Determinantes de la innovación: evidencia de firmas manufactureras  
argentinas / Darío Milesi, Natalia Petelski y Vladimiro Verre .....85

Conductas innovativas en ambientes inestables: el fenómeno de  
la persistencia innovadora / Diana Suárez ..... 117

La compleja relación entre el crecimiento de la productividad y la  
innovación; algunas evidencias del caso argentino / Verónica Robert,  
Mariano Pereira, Rodrigo Kataishi, y Gabriel Yoguel ..... 149

Eficiencia schumpeteriana, keynesiana y factorial: algunas evidencias  
sobre la conducta exportadora de firmas industriales argentinas /  
Flores Barletta, Mariano Pereira y Gabriel Yoguel ..... 193

### I.3. LA INNOVACIÓN COMO FENÓMENO SOCIAL Y COOPERATIVO

Aprendizajes y reflexiones sobre tecnologías de gestión para la inclusión social. Un análisis sociotécnico de la unidad productora de medicamentos de los Talleres Protegidos de Rehabilitación Psiquiátrica de la Ciudad de Buenos Aires / Lucas Becerra y Guillermo Santos.....233

Ante la ley. El proceso de coconstrucción de tecnologías, regulaciones y desarrollo local a partir de la producción de biodiésel con aceites vegetales usados (AVU), provincia de Buenos Aires, 2001-2010 / Santiago Garrido, Alberto Lalouf y Hernán Thomas .....259

## SECCIÓN II: LA INNOVACIÓN EN LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA

### II.1. RECURSOS NATURALES: EL DESAFÍO DE LA CREACIÓN DE VALOR Y LA SUSTENTABILIDAD

Las instituciones de ciencia y tecnología en los procesos de aprendizaje de la producción agroalimentaria en la Argentina /Guillermo Sánchez..285

Cómo el contexto influye en la configuración y desempeño de la tecnología: el caso del algodón transgénico en sistemas productivos de grandes y pequeños agricultores / Valeria Arza y Patrick van Zwanenberg ..... 311

¿Cómo transformar las industrias de recursos naturales en América Latina en una dirección de mayor sustentabilidad? El caso del sector agrícola en la Argentina /Anabel Marín, Maximiliano Vila Seoane y Pablo Burkolter .....347

### II.2. RECURSOS HUMANOS: CALIFICACIONES, COMPETENCIAS Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

Las competencias técnicas de los trabajadores informáticos. El rol de los aprendizajes formales, no formales e informales en la producción de software / Lucila Dughera, Guillermina Yansen, Agustín Segura y Mariano Zukerfeld .....387

Procesos de aprendizaje en el sector servicios: ¿nuevas formas de organización del trabajo? / Sonia Roitter, Analía Erbes y Yamila Kababe .....427

El proceso de mejora continua como vehículo para la innovación incremental y la construcción de capacidades en las firmas. Un estudio sobre treinta grandes empresas argentinas / Héctor Formento, Franco Chiodi, Fernando Cusolito, Lucas Altube y Sebastián Gatti .....465

“Al calamar no le importa con qué barco lo pesco”. División del trabajo, diseño naval y competencias / José A. Borello y Hernán Morhorlang .....497

### II.3. SECTORES HIGH-TECH: REDES, CONOCIMIENTO E INTERNACIONALIZACIÓN

Las empresas biotecnológicas argentinas: relación entre la red de conocimiento y la capacidad de innovación / Lilia Stubrin ..... 537

Las contribuciones de las empresas jóvenes de base tecnológica al entramado productivo, el rol del capital emprendedor y las primeras implicancias de su proceso de extranjerización / Manuel Gonzalo, Juan Federico, Sergio Drucaroff y Hugo Kantis (coord.) .....569

Cadenas globales de valor, *offshoring* de servicios y rol de los recursos humanos: lecciones de la Argentina / Andrés López, Andrés Niembro y Daniela Ramos.....593

Cambio tecnológico y organización de la investigación y desarrollo: un estudio de caso de las principales empresas biofarmacéuticas en la Argentina / Graciela E. Gutman y Pablo José Lavarello ..... 629

La innovación como una propiedad emergente de un sistema complejo: la relevancia de las capacidades de absorción y conectividad / Gabriel Yoguel.....665



# Introducción

DIANA SUÁREZ

---

## **La innovación como herramienta para el desarrollo**

En la actualidad, existe sobrada evidencia teórica y empírica respecto de la naturaleza sistémica del proceso innovativo. En este marco, se acepta que la innovación surge como el resultado emergente de un proceso de interacción y coevolución entre las diferentes organizaciones que conforman una sociedad. Desde la lógica privada, la innovación es el medio a través del cual se generan ventajas competitivas dinámicas y acumulativas que concilian beneficios privados con desarrollo social (Lugones *et al.*, 2006). Desde una perspectiva social, la innovación se convierte en el medio para alcanzar el desarrollo inclusivo a partir de la mejora en la calidad de vida y el acceso a los derechos universales (Thomas y Fressoli, 2009). Desde luego, no existen recetas. Cada país, cada sector de la sociedad, cada región, tiene trayectorias y características únicas que determinan –y son determinadas por– pautas estructurales que moldean este proceso tanto en materia de inversión, producción y consumo como de cooperación, aprendizaje y generación de consensos. En otras palabras, la innovación se convierte en motor del desarrollo cuando se articulan intereses públicos y privados, individuales y colectivos, sociales y productivos.

Quizá uno de los abordajes teóricos más difundidos en esta línea es el de los sistemas nacionales de innovación (Lundvall, 1992; Freeman, 1995; Nelson, 1993). Desde este enfoque, la clave del desarrollo se encuentra

en la creación de competencias entre los actores del sistema; un sistema con límites geográficos asociados al ámbito nacional, pero no de manera excluyente. La creación de competencias, por su parte, se relaciona con la capacidad de crear, difundir y aplicar conocimiento. La innovación es, de hecho, la aplicación y apropiación de conocimiento (Lundvall, 1992). Se trata de un proceso con características históricas en el que convergen las organizaciones que desarrollan nuevos productos y procesos y las instituciones que lo moldean: la infraestructura de ciencia y tecnología, el sistema educativo, el marco regulatorio, las características del mercado de trabajo, la posición del país en el plano mundial, etcétera.

Aplicado a países en desarrollo, el enfoque de los sistemas de innovación ha sido utilizado como herramienta para explicar la falta de una dinámica sistémica en las múltiples dimensiones que hacen a la innovación; a partir de ello se identifican elementos que impiden avanzar en un sendero de desarrollo sustentable. De esta forma, los desarrollos conceptuales y la aplicación empírica adoptaron una posición normativa en la búsqueda de caracterización del “sistema deseable”. Así, el sistema nacional se vio convertido en un sujeto de política (Arocena y Sutz, 1999). Es allí donde la discusión de qué es un sistema, qué elementos lo componen y cómo deberían interactuar se vuelve una cuestión clave a la hora de efectuar recomendaciones de política.

Para la región latinoamericana, la estrecha relación entre la innovación y el resto de la sociedad no es un fenómeno de reciente descubrimiento. En 1950, Prebisch y Singer publicaban su primera discusión respecto del deterioro secular de los términos del intercambio y la necesidad de incorporar valor a los bienes, cuestión que solo podía lograrse si se generaba, difundía y aplicaba conocimiento (Prebisch, 1950; Singer, 1950). En 1970, el triángulo de Sabato esquematizaba la importancia de las vinculaciones entre la oferta de conocimiento, las empresas y el sector público (Sabato y Botana, 1970). En esa misma época, Amílcar Herrera (1971) resaltaba la importancia de articular los incentivos del entorno con las políticas públicas de promoción de la industrialización. En todos estos casos, y tantos otros, la ciencia, la tecnología, la innovación y la creación de capacidades eran elementos clave para traccionar el desarrollo sustentable.

En el caso de la Argentina, las discusiones sobre la industrialización, el rol del sector agropecuario, la universalidad de la educación pública y gratuita y la importancia del desarrollo autónomo de la ciencia y tecnología tampoco resultan temas novedosos. En cuestiones de innovación en la estructura productiva, y de manera más o menos coincidente con el enfoque de los sistemas de innovación, desde hace más de treinta años,

autores como D. Chudnovsky, J. Katz, B. Kosacoff, G. Lugones, F. Porta y G. Yoguel han enfatizado la articulación de la oferta y demanda de conocimiento como condición necesaria para el desarrollo.

En la actualidad, a más de treinta años de la publicación de las primeras disquisiciones teóricas sobre los sistemas de innovación y luego de más de una década de crecimiento sostenido, la Argentina se encuentra frente a un mundo capitalista globalizado que, paradójicamente, reafirma la importancia de la dinámica nacional y el rol de las políticas públicas. En este contexto, se plantean nuevas oportunidades pero también nuevos desafíos. Otra vez, no existen recetas. Así, la generación de conocimiento capaz de contribuir a la toma de decisiones se vuelve un imperativo clave tanto para el sector privado como para el público. En este sentido, además de identificar y cuantificar nuestras fortalezas y debilidades, debemos repensar la forma en que explicamos la realidad así como también revisar viejos axiomas. No se trata de desconocer el desarrollo teórico de otros ámbitos, sino, por el contrario, de enriquecer el conjunto de elementos con el que abordamos un objeto de estudio tan complejo y tan difuso como es la relación entre la innovación, el crecimiento y el desarrollo. Aportar a esta discusión es, precisamente, el objetivo de este libro.

## **La IX Conferencia Internacional Globelics Buenos Aires 2011**

Los artículos que conforman este libro fueron inicialmente presentados en la IX Conferencia Globelics, realizada en Buenos Aires en noviembre de 2011. Globelics (Global Network for Economics of Learning, Innovation and Competence Building Systems) es el principal congreso internacional sobre el estudio de la problemática de la innovación en los países de menor desarrollo relativo. Desde su primera edición, en el año 2003, la conferencia ya ha recorrido varias veces los cinco continentes y se convirtió en uno de los eventos académicos de mayor prestigio y pluralidad a nivel global y convoca a expertos e investigadores de todo el planeta.

La edición de Buenos Aires fue coorganizada por la Universidad Nacional de General Sarmiento, la Universidad Nacional de Quilmes, la Universidad Nacional de San Martín y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, lo que representó una experiencia única e innovativa de articulación interinstitucional. A su vez, la organización contó con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), el Ministerio de Educación, el International Development Research Centre (IDRC, Canadá), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y algunas de las principales empresas de nuestro país.

Durante los tres días que duró la conferencia participaron más de 500 personas y se presentaron unos 200 artículos provenientes de más de 60 países del mundo, de los cuales alrededor de 40 fueron trabajos de argentinos. Estos artículos combinaban tanto el análisis teórico y la contrastación empírica como la reflexión crítica sobre experiencias de políticas públicas orientadas a promover el desarrollo. Algunos de estos trabajos surgen de proyectos de investigación llevados adelante por reconocidos grupos de investigación de nuestro país, los que crecen año a año. Otros son fruto de proyectos doctorales, que tienen un espacio privilegiado dentro de esta conferencia. Todos ellos dan cuenta de la existencia de una masa crítica de actores preocupados por la cuestión de la ciencia, la tecnología y el desarrollo.

Desde la organización de Globelics esperamos haber contribuido a la difusión de la ciencia, la creación de redes de investigación y la interacción con la comunidad nacional, regional e internacional. Aunque esta experiencia fue un ejemplo más del trabajo en equipo que viene desarrollando cada una de las instituciones, su alcance y envergadura permitió estrechar lazos, mejorar nuestras propias competencias y disparar líneas de trabajo futuras que contribuirán, tal como Globelics Buenos Aires parece haberlo hecho, a la creación de procesos de aprendizaje basados en el trabajo interactivo, acercando a los investigadores argentinos con preocupaciones similares y abordajes diversos. En este sentido, esa misma diversidad es la que nos da la certeza del potencial que existe para crear conocimiento útil, relevante y al servicio del desarrollo inclusivo.

## **Estructura del libro**

A lo largo de los artículos que se desarrollan a continuación, se propone el abordaje de un conjunto de temas clave –aunque no exhaustivos– para explicar el crecimiento argentino de los últimos años y su impacto en el desarrollo. Nuestro objetivo es reflexionar sobre el significado teórico y práctico de esa naturaleza sistémica, acumulativa e interactiva que se atribuye a la innovación. Cada uno de los trabajos aborda cuestiones particulares, pero todos ellos comparten una estructura similar que parte de revisión crítica de la literatura específica para luego proponer un enfoque teórico que permita explicar las características particulares de la Argentina. En ese proceso, además de presentar evidencia empírica, cada uno de los artículos ofrece una propuesta de análisis teórico y de revisión de algunos supuestos poco

discutidos, pero centrales en el momento de proponer una estrategia de desarrollo sustentable.

El presente libro se estructura a partir de dos secciones, compuestas por tres apartados cada una. La primera sección constituye una mirada general sobre el sistema argentino de innovación; se abordan las cuestiones institucionales, de dinámica microeconómica y de innovación cooperativa. La segunda sección ofrece un conjunto de estudios sectoriales que pretenden dar cuenta de las especificidades micro que hacen a la innovación sobre la base de tres ejes centrales para el desarrollo argentino: los recursos naturales, los recursos humanos y las actividades de alta tecnología.

En esta línea, en el apartado I.1: “Instituciones y políticas públicas”, se incluyen dos artículos que analizan la lógica de las instituciones y los programas públicos de desarrollo y fomento de la ciencia y la tecnología, y su impacto en la dinámica innovativa del sector privado. Ariel Gordon revisa, desde una perspectiva histórica, la evolución de las principales instituciones de ciencia y tecnología. En este sentido, analiza el complejo de CyT, que data de mediados del siglo pasado y que, hasta el presente, da cuenta de la gran mayoría del gasto nacional en estas actividades, a la luz de las motivaciones políticas domésticas, las posiciones teóricas y la confluencia de objetivos, y cómo ello configuró una oferta de conocimiento poco articulada con el sector productivo, pero con un amplio potencial de generación de conocimiento apropiable.

En el artículo siguiente, Carlos Gianella, Alberto Briozzo y Sergio Chesler ponen el foco en una de las provincias argentinas con mayor participación en el producto y la población: la provincia de Buenos Aires. Los autores analizan el impacto del principal programa de promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación en el entramado de pequeñas y medianas empresas atendiendo a los desafíos que supone el tránsito al nuevo paradigma informacional, asociado a la incorporación y uso de tecnologías de información y comunicación.

El apartado I.2: “La dinámica micro de los procesos de innovación: determinantes, resultados y desempeño” agrupa cuatro artículos que, leídos en conjunto, presentan una imagen compleja del proceso innovativo a nivel de las firmas analizando el conjunto de elementos que hacen al cambio tecnológico y organizacional: los determinantes micro, el resultado innovativo y el impacto en el desempeño de las empresas, tanto en términos de productividad como de dinámica exportadora.

En el primer artículo, Darío Milesi, Natalia Petelski y Vladimiro Verre estudian los elementos empresariales, sectoriales y sistémicos que inciden en las características del proceso innovativo y que determinan la forma

en que las empresas abordan la creación y aplicación de conocimiento. Este artículo constituye una primera aproximación teórica y empírica a la existencia de microheterogeneidad, un fenómeno que se repite de manera sistemática a lo largo de toda la sección.

En efecto, el segundo artículo (Diana Suárez) resulta del análisis dinámico de los resultados del proceso innovativo analizado por Milesi *et al.* Se aborda el estudio de la innovación como un proceso de tipo *path dependence*, en el que los resultados innovativos pasados determinan el alcance de los resultados futuros, pero sujetos a la conducta particular de la firma, tanto en materia de inversiones como de capacidades y articulación con el resto del sistema de innovación.

Verónica Robert, Mariano Pereira, Rodrigo Kataishi y Gabriel Yoguel hacen foco en la compleja relación que existe entre la productividad y la innovación, es decir, el impacto del proceso innovativo. Los autores proponen no solo caracterizar las mejoras en la productividad dadas por la innovación, sino también cuantificar esa relación cargada de *feedbacks* y procesos de acumulación que se asocian a la realización de actividades innovativas y a la creación de competencias.

En esta línea, el artículo sobre eficiencia schumpeteriana, keynesiana y factorial introduce y analiza la cuestión de las competencias como causas y consecuencias del patrón de especialización internacional. En este trabajo, Florencia Barletta, Mariano Pereira y Gabriel Yoguel estudian el impacto diferencial de las ventajas competitivas basadas en la eficiencia schumpeteriana, keynesiana y factorial y su relación con las capacidades de la firma observando la presencia procesos innovativos específicos, umbrales mínimos y derrames particulares hacia el resto de la sociedad.

Mientras que todos estos artículos presentan evidencia empírica de tipo cuantitativo y para el sector productivo, el apartado I.3: “La innovación como fenómeno social y cooperativo” agrupa dos artículos basados en el análisis cualitativo y orientados a entender la innovación como un fenómeno social que puede surgir por motivos extraeconómicos y que es posible si se articulan intereses públicos y privados. Lucas Becerra y Guillermo Santos analizan la unidad productora de medicamentos de los talleres protegidos de Rehabilitación Psiquiátrica de la Ciudad de Buenos Aires. A través del estudio de este caso, los autores ponen de manifiesto la naturaleza sistémica y compleja de la innovación para el caso de los medicamentos y observan cómo el “éxito” de los talleres depende de su capacidad de articulación con la demanda local y específica, pero también de la articulación de voluntades políticas.

El artículo siguiente constituye un ejemplo claro y distinto de la innovación como proceso social. En este trabajo, Santiago Garrido, Alberto

Lalouf y Hernán Thomas analizan la producción de biodiésel con aceites vegetales usados en la provincia de Buenos Aires. Los autores estudian dos experiencias exitosas de articulación e innovación, en las que los intereses públicos y privados alcanzan consensos que permiten no solo una mejora en la calidad de vida de las poblaciones afectadas, sino también la posibilidad de avanzar en la articulación “campo-ciudad” con beneficios mutuos y ganancias en materia de capacidades, creación de conocimiento y adición de valor.

El apartado II.1: “Recursos naturales: el desafío de la creación de valor y la sustentabilidad” pretende contribuir al debate respecto de las potencialidades y limitaciones del sector primario y las manufacturas basadas en recursos naturales con bajo contenido de conocimiento y agrupa dos artículos. En el primero, Guillermo Sánchez analiza la relación entre las instituciones de ciencia y tecnología y la producción de conocimiento en el sector primario y el complejo agroalimentario con el que se articula. El autor observa que así como los procesos son específicos, los problemas de cada subsector y cada subregión también lo son y que existe una tensión histórica entre la producción de conocimiento en las universidades, la transformación en tecnología en las instituciones de CyT y la apropiación privada entre las empresas y explotaciones primarias. En este caso, Sánchez estudia no solo las trayectorias de los distintos actores, sino también un conjunto de subsectores clave que dan cuenta de las diferencias productivas, tecnológicas y culturales entre ellos.

Por su parte, Valeria Arza y Patrick van Zwanenberg desafían las concepciones estándar sobre el impacto en la productividad de las nuevas técnicas agronómicas y analizan el caso de la producción de algodón genéticamente modificado de productores pequeños y grandes en el noreste de la Argentina. Los autores analizan cómo operan y se relacionan diferentes elementos que componen la configuración sociotécnica de la biotecnología (semillas transgénicas, la maquinaria y técnicas relacionadas, instituciones, etcétera) en la agricultura a gran escala y en la agricultura familiar. Sostienen que, dado que dichas configuraciones son diferentes, el desempeño de la biotecnología agrícola ha sido asimétrico y profundizó la brecha de rentabilidad entre productores de distinto tamaño.

Anabel Marín, Maximiliano Vila Seoane y Pablo Burkolter proponen un abordaje innovador a la cuestión de la soja en la Argentina. Su objetivo es analizar en qué medida es posible transformar el modelo de acumulación de este sector para convertirlo en un espacio de desarrollo productivo, inclusivo y ambientalmente sustentable. En este sentido, además de proponer una metodología para analizar el sector que trascienda los análisis

tradicionales en términos de proveedores, productores y exportaciones, los autores identifican una serie de alternativas de diversificación y mejora a partir del establecimiento de senderos de reparación y senderos de ruptura dentro del mismo sector. Desde luego, también identifican las barreras que deberán ser superadas y los riesgos sociales, económicos y medioambientales que enfrenta nuestro país si continúa por el actual sendero.

El apartado II.2: “Recursos humanos: calificaciones, competencias y organización del trabajo” presenta un conjunto de aportes orientados a proponer metodologías de análisis de las competencias y capacidades. El primer artículo aborda el estudio de las competencias y capacidades de los trabajadores del sector de software y servicios informáticos. Lucila Dughera, Guillermina Yansen, Agustín Segura y Mariano Zukerfeld se introducen, de manera cualitativa, en la cuestión de creación de competencias a partir de ámbitos formales y no formales de capacitación, y observan que la naturaleza dinámica de los bienes en cuestión afecta directamente la capacidad de las instituciones educativas de acompañar el crecimiento y desarrollo sectorial.

Sonia Roitter, Analía Erbes y Yamila Kababe llaman la atención sobre la escasez de estudios abocados a medir las capacidades en el sector servicios y revisan la literatura a fin de proponer un abordaje metodológico capaz de captar la relación entre las formas de organización del trabajo, la creación de competencias y la dinámica innovativa. Las autoras identifican así cuatro tipos de organizaciones, tres de ellas determinadas por subsectores específicos y una que atraviesa a las distintas actividades. Esta última, denominada “formativa”, es la que presenta los resultados más prometedores en términos de desarrollo productivo en tanto dispara procesos de aprendizajes que permitirían a la firma avanzar en un proceso de desarrollo sustentable.

Héctor Formento, Franco Chiodi, Fernando Cusolito, Lucas Altube y Sebastián Gatti nos proponen una mirada ingenieril de los procesos de creación de capacidades a partir del estudio de la mejora continua como mecanismo que tracciona avances incrementales y radicales dentro de las organizaciones. Los autores se concentran en un grupo de empresas grandes y analizan la relación entre la existencia de certificaciones de calidad, esquemas de mejora continua y capacidades organizacionales con el objetivo de proponer acciones que maximicen el impacto de dichas prácticas y elementos clave a la hora de analizarlas.

El último artículo de este apartado aborda la cuestión de la división social y técnica del trabajo para el caso de las actividades de diseño naval. José Borello y Hernán Morhorlang observan que la particular composición

de las actividades realizadas dentro de la empresa y las realizadas fuera de ella, a partir de la tercerización, se encuentra determinada por las percepciones empresarias respecto del diseño naval, pero también por las capacidades existentes en los estudios de diseño y los astilleros. En este sentido, los autores sostienen que “el mercado” es el resultado de procesos históricos complejos donde confluyen múltiples instituciones, no solo de carácter tecnológico-productivo sino de orden social, cultural y político. Por lo tanto, capacidades y construcciones sociales son elementos clave en el momento de explicar las potencialidades y limitaciones de la división del trabajo.

El apartado II.3: “Sectores high-tech: redes, conocimiento e internacionalización” incluye tres artículos basados en el estudio de las actividades económicas de mayor contenido de conocimiento y ejes de las políticas estratégicas de cualquier país: la biotecnología y el software. El eje de cada artículo se encuentra en la estrecha relación que existe entre las capacidades de la firma y su interacción con el entorno y los tres buscan arrojar luz sobre los elementos que determinan su desempeño. En esta línea, Lilia Stubrin propone un abordaje novedoso sobre las empresas biotecnológicas argentinas y alerta sobre los riesgos de centrar el desarrollo del sector en la búsqueda exclusiva de articulación local. Por el contrario, la autora observa que el mejor desempeño se asocia con el establecimiento de alianzas estratégicas tanto con agentes externos como internos, lo que permite monitorear la frontera tecnológica internacional e impulsar el cierre de la brecha.

En su artículo, Manuel Gonzalo, Juan Federico, Sergio Drucaroff y Hugo Kantis estudian dos casos exitosos de desarrollo de empresas de software con el objetivo de identificar patrones, tendencias y elementos clave, pero también para mostrar el impacto de las trayectorias y la posibilidad de alcanzar resultados similares a partir de procesos diferentes. Los autores ponen de manifiesto cómo las capacidades tecnológicas, organizacionales, de conectividad y de articulación en redes internacionales de producción y financiamiento resultan elementos clave del crecimiento de las firmas, las que a su vez se vuelven sintetizadoras y difusoras de nuevo conocimiento.

Andrés López, Andrés Niembro y Daniela Ramos extienden en parte el análisis realizado en el artículo sobre diseño naval y avanzan en el estudio comparativo del sector de las tecnologías de comunicación e información en la Argentina. Los autores observan la relación que existe entre las características de los recursos humanos, las especificidades nacionales, los fenómenos de escala y las trayectorias tecnológicas como elementos que explican la inserción en cadenas globales de valor, los

procesos de *offshoring* y la exportación de bienes de alto contenido de conocimiento.

Graciela Gutman y Pablo Lavarello retoman el análisis de la biotecnología en la Argentina, en este caso para presentar el estudio de tres biofarmacéuticas con fuerte arraigo nacional y una intensa red de vinculaciones con el sistema argentino de innovación. Además del funcionamiento basado en la organización en red, los autores avanzan sobre la interacción entre las dimensiones técnicas y financieras del sector, en las que la Argentina presenta grandes fortalezas en la primera y fuertes desafíos en las segundas. Los autores proponen un enfoque basado en la identificación de casos exitosos que permitan trazar una estrategia de expansión sectorial.

A modo de conclusión, el último artículo consiste en una propuesta teórica para analizar la dinámica de producción y apropiación de conocimiento en entornos complejos, entre ellos, el sistema de innovación. En este trabajo, Gabriel Yoguel recoge las contribuciones empíricas de varios de los artículos desarrollados a lo largo de este libro y enfatiza la importancia de la conectividad, las retroalimentaciones y la búsqueda de agregación de valor sobre la base de la diversificación de actividades, pero también del *upgrading* tecnológico generalizado en los sectores que conforman la estructura productiva argentina. Concluye, de esta manera, con una serie de recomendaciones de política que, lejos de plantearse como elementos normativos, pretenden disparar la discusión respecto de una estrategia de desarrollo sustentable.

## Bibliografía

- Arocena, R. y Sutz, J. (1999). "Looking at national systems of innovation from the South", DRUID Summer Conference.
- Freeman, C. (1995). "The 'National System of Innovation' in historical perspective", *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5-24.
- Herrera, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*, México: Siglo XXI.
- Lugones, G. y Suárez, D. (2006). "Los magros resultados de las políticas para el cambio estructural en América Latina: ¿problema instrumental o confusión de objetivos?", Documento de Trabajo n° 27, Centro Redes.
- Lundvall, B.Å. (1992). "User-producer relationships, national systems of innovation and internationalization", en *National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*, Londres: Pinter Publishers.

- Nelson, R. (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*, Oxford: Oxford University Press.
- Prebisch, R. (1950). “El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas”, *Desarrollo Económico*, vol. 26, N° 103, octubre-diciembre de 1986. Publicación original en 1949, en idioma inglés.
- Sabato, J. y Botana, N. (1970). “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina”, en *Tiempo Latinoamericano*, Santiago de Chile: E. Universitaria.
- Singer, H. (1950). “Distribución de ganancias entre países inversores y prestatarios”, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, vol. II, N° 2, mayo.
- Thomas, H. y Fressoli, M. (2009). “En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales”, en Dagnino, R. (org.), *Tecnologia social. Ferramenta para construir outra sociedade*, Campinas, Editora Kaco.



# SECCIÓN I: EL SISTEMA ARGENTINO DE INNOVACIÓN

## I.1. INSTITUCIONES Y POLÍTICAS PÚBLICAS



# El sistema de innovación argentino en perspectiva histórica: historia institucional y políticas públicas

Ariel Gordon\*

---

El presente artículo aborda la conformación de las instituciones científicas y tecnológicas argentinas desde la perspectiva del sistema nacional de innovación (SNI), basada en la historia institucional y de las políticas públicas. Esto supone el estudio de la evolución histórica de las instituciones, de las tramas de relaciones entre los actores y de los conflictos de intereses que han marcado el pulso de estas. El enfoque se basa en las instituciones, los actores y los intereses en pugna.

La conformación de las instituciones científicas y tecnológicas argentinas no puede ser comprendida por fuera de los procesos de modernización y de industrialización que caracterizaron la historia del país durante la segunda mitad del siglo xx. Es decir, la construcción del SNI argentino no puede ser comprendida sin dar cuenta de la particular historia política y económica del país durante los últimos 60 años. Si bien esta afirmación puede ser hecha al presentar el estudio de la conformación del SNI en cualquier país, en el caso argentino adquiere ciertos rasgos excepcionales que se relacionan con los bruscos cambios y oscilaciones que ha seguido el régimen de acumulación argentino. La temprana creación de capacidades de investigación en universidades e institutos públicos de investigación puede ser comprendida como parte del rápido proceso de modernización

---

\* Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

de la sociedad argentina iniciado a comienzos del siglo xx. Esto permitió la acumulación de importantes capacidades de investigación en algunas áreas disciplinares, en particular las biomédicas, cuyo mayor exponente fue la obtención de tres premios Nobel en ciencias; el de Medicina en 1947, el de Química en 1970 y el de Medicina nuevamente en 1984 por un científico radicado en la Universidad de Cambridge formado en la Universidad de Buenos Aires. Sin embargo, el desarrollo científico argentino estuvo muy desarticulado de la estructura productiva, lo que derivó en un débil desarrollo tecnológico. Esto se relaciona con un segundo proceso, el de industrialización. Desde la década de 1930, y más marcadamente desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, hasta mediados de la década de 1970 se implementó, en un proceso que no estuvo carente de marchas y contramarchas, un proceso de industrialización por sustitución de importaciones (ISI). Al igual que en muchos otros países de Latinoamérica, se trató de un proceso de industrialización liderado por el Estado y acompañado por los actores privados, según la frase acuñada por Cárdenas *et al.* (2001). Los avances en cuanto a desarrollo tecnológico estuvieron ligados a grandes proyectos de infraestructura liderados por el Estado, pero en general, salvo algunas excepciones como el de la energía nuclear, no tuvieron importantes derrames sobre el entramado productivo. Esto se relaciona con el comportamiento de los actores privados durante el período y su escasa demanda de conocimiento (Katz, 2007; Basualdo, 2006).

El artículo se organiza en tres secciones. La primera presenta la institucionalización del sistema científico argentino a mediados del siglo xx en el marco de la estrategia de industrialización sustitutiva de importaciones y su evolución hasta entrada la década del ochenta. La segunda sección aborda la recepción del enfoque de las políticas de innovación en la Argentina en el contexto de las reformas estructurales neoliberales del denominado Consenso de Washington (Williamson, 1990). La tercera sección estudia el proceso de recuperación y crecimiento presupuestario e institucional del sector durante la última década.

## **El proceso de institucionalización del SNI argentino**

Al igual que en la mayoría de los países de Hispanoamérica, las primeras universidades en territorio argentino fueron fundadas durante el período colonial. La Universidad Nacional de Córdoba, la más antigua del país, fue fundada por Cédula Real en 1621. La Universidad de Buenos Aires fue fundada en 1821 como “una de las piezas maestras de la reconstrucción del Estado que comienza precisamente en 1820” (Halperín Donghi, 1962:

29) siguiendo el modelo napoleónico. Mientras que la Universidad de La Plata, más inspirada por el modelo de universidad de investigación norteamericano, fue fundada en 1890. El proyecto liberal decimonónico de construcción estatal y modernización del país tendría entre sus objetivos el desarrollo de la ciencia; el gobierno de Domingo Faustino Sarmiento (1866-1872), tanto a través de la importación de educadores como a partir de la creación del Observatorio Astronómico de Córdoba en 1871, encarnaría ese proyecto político. Pero no sería hasta mediados del siglo xx que se darían los primeros pasos en la institucionalización del sector científico y tecnológico en la Argentina durante el gobierno de Juan Perón.

### **La construcción de capacidades en I+D**

A partir de la década de 1930, y con énfasis a partir de la Segunda Guerra Mundial, la Argentina encaró una política de industrialización por sustitución de importaciones.

Durante el gobierno de Perón se realizaron los primeros intentos de una planificación económica de la actividad científica y tecnológica, a la vez que se crearon instituciones de ejecución y promoción de la investigación. La política de investigación durante el gobierno peronista estuvo muy ligada a las prioridades militares y de desarrollo económico. Se apoyó la investigación en algunos sectores considerados estratégicos. Entre ellos se destaca la investigación nuclear, a partir de la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica en 1950. En relación con las prioridades militares, en 1954 fue creado el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA). Desde 1947, el general Savio había impulsado algunas iniciativas tendientes a aplicar nuevas tecnologías a la producción de armas. En el Departamento de Investigación y Desarrollo de la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFm) se llevaron a cabo desarrollos en cohetes. El desarrollo aeronáutico también fue parte de las prioridades militares a partir del Plan Quinquenal Aeronáutico (1947-1955) y de la modernización y expansión del Instituto Aeronáutico de Córdoba. A diferencia de Brasil, donde la política se orientó a la transferencia de tecnología norteamericana y al diseño de aviones según estándares norteamericanos, la política del gobierno peronista fue una apuesta al desarrollo autónomo de un “caza nacional”. La construcción del Pulqui, como fue llamado el caso nacional, sería presentada como un ejemplo de los logros de la política de desarrollo del gobierno. Sin embargo, el objetivo de construir “hasta el último tornillo” del Pulqui revelaría sus limitaciones debido a las necesidades de importación de ciertos compo-

nentes tecnológicos clave, por lo que el proyecto sería abandonado después del golpe de estado de 1955 (Lalouf y Thomas, 2004). La investigación en el ámbito de las Fuerzas Armadas (FFAA) fue promovida también a partir de la creación del Instituto Antártico Argentino (IAA) en 1951 y la modernización de la Oficina de Meteorología Nacional y su transferencia a las FFAA (Hurtado, 2010).

Asimismo, durante estos años se dan los primeros pasos hacia la formalización de la definición y coordinación de la política científica y tecnológica. En 1950 se crea la Dirección Nacional de Investigaciones Técnicas, dependiente del Ministerio de Asuntos Técnicos. Dos años más tarde fue transformada en Dirección Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (DNICYT). A pesar de estos cambios de nombre, esta dirección tenía un claro perfil orientado a la investigación técnica. Se creó también un Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CNICYT) en 1951, que tuvo una corta vida hasta una reorganización del área en 1954. El resultado más importante del CNICYT fue la creación del Registro Científico Nacional (RCN) con el objetivo de censar las capacidades en el área. De acuerdo con él, se contaba con 7000 institutos, instituciones y unidades técnicas y el CV de 13.000 científicos y técnicos (Hurtado, 2010: 84).

La política de ciencia y tecnología del gobierno peronista estuvo marcada por la promoción de la investigación técnica según consideraciones de transferencia militares e industriales. La intervención del gobierno en la definición de prioridades de investigación, sumada a su intervención en las universidades nacionales, llevó a su enfrentamiento con la comunidad académica. El conflicto acerca de la orientación utilitaria de la investigación científica y tecnológica, según consideraciones extraepistémicas de aplicación económica o social, que impulsaba el gobierno peronista, se enfrentaba a una concepción acerca del papel de la ciencia básica y de la autonomía de la comunidad científica para orientar sus investigaciones. Además de concepciones contrapuestas acerca de la de la política científica, se enfrentaban los distintos arreglos institucionales necesarios para implementarla. Si bien existen antecedentes a nivel internacional de enfrentamientos entre concepciones opuestas acerca de la política científica, como por ejemplo el célebre debate entre la posición marxista de John Bernal y la liberal de Michael Polanyi (1962), en la escena nacional este enfrentamiento acerca de la política científica quedaba enmarcado dentro del más grande clivaje de peronismo versus antiperonismo. Este conflicto, que durante ese período quedaría subsumido en la polarización de la política nacional argentina, se manifestaría en las décadas siguientes en la desarticulación de la investigación académica realizada en las universi-

dades y el CONICET y las actividades desarrollo y transferencia realizadas en organismos como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

A partir del golpe de Estado de 1955 de la autodenominada “revolución libertadora”, se intervinieron las universidades y se avanzó en la creación de nuevas instituciones de investigación científica. El proceso de reforma universitaria tomaría ímpetu a partir de este golpe de Estado, que llevó al gobierno de la Universidad de Buenos Aires (UBA) al grupo de profesores y estudiantes reformistas. En 1957 se sancionó un nuevo estatuto para la UBA en el que se retomaban los principios reformistas del gobierno tripartito y de la periodicidad de las cátedras. Comenzó un período de mayor apoyo a la investigación científica en las universidades, antes una actividad relegada, a partir de medidas como la implementación de las dedicaciones exclusivas para la docencia y la investigación. Se consolidaron capacidades de investigación en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) de la UBA donde, a partir de la creación del Instituto de Cálculo, se logró avanzar en muy poco tiempo en la investigación de vanguardia en la disciplina. La UNESCO estableció allí su Centro de Matemáticas para toda América Latina. Resultan relevantes también las actividades de extensión que estableció este instituto con entidades estatales encargadas de grandes proyectos de infraestructura como YPF, el INTA, el Consejo Federal de Inversiones, el Consejo Nacional de Desarrollo, el Servicio de Hidrografía Naval, entre otras. Paralelamente, comenzó un proceso de renovación académica con la apertura de nuevas disciplinas en las ciencias sociales, como la economía, la sociología científica bajo la impronta de Gino Germani, la psicología y la escuela de salubridad creada siguiendo el enfoque de la medicina social y preventiva (Gordon, 2008).

La comunidad científica nucleada en instituciones como la Asociación Argentina para el Progreso de la Ciencia (AAPC) promovió la creación de un Consejo para la Ciencia con mayor autonomía de la intervención estatal. En 1958 se creó el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) sobre la base de la DNICyT, creada en 1952 por el gobierno peronista. El CONICET respondía en su concepción al modelo lineal de promoción de la oferta de I+D, hegemónico en ese momento en los países centrales. Mientras que organizativamente respondía al modelo de los concejos de ciencia y tecnología promovido por la UNESCO en América Latina por aquellos años. Se crearon también dos instituciones centrales en la transferencia del conocimiento al sector productivo, los institutos nacionales de tecnología agropecuaria e industrial, INTA (1956) e INTI (1957). El primero cumpliría un rol destacado en la transferencia de

tecnología al sector agropecuario y fue exitoso en la articulación con los agentes económicos del sector (Nun, 1995). La CNEA, fundada en 1950, sería reorganizada en 1956 manteniendo esta estructura hasta 1997; se establecieron asimismo diversas instituciones de CyT en el marco de las Fuerzas Armadas, como la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) (1961) en el ámbito de la Fuerza Aérea. Asimismo, en lo que respecta a la política de educación específicamente, la planificación educativa adquirió una importancia central en las políticas modernizadoras impulsadas por el Estado. Según señala acertadamente Suasnábar (2004: 39), el año 1961 la creación bajo el gobierno de Frondizi del Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE) marcó en la Argentina no solo la cristalización del planeamiento en el nivel estatal, sino también la del desarrollismo en su vertiente político-educativa.

El gobierno militar instaurado en 1966 comenzó un proceso de persecución política a importantes sectores de la comunidad científica y universitaria, que quedaría marcado en la memoria colectiva por la “noche de los bastones largos” de 1966, la intervención por parte de la Policía Federal de varias facultades de la Universidad de Buenos Aires. Esto resultó en la renuncia de 1380 docentes e investigadores y forzó al exilio a muchos de los mejores científicos e intelectuales con los que contaba el país (Hurtado, 2010: 128). Asimismo, dentro del CONICET se producía una persecución a un grupo de científicos calificados de “izquierdistas” por la dictadura, vinculados a la figura de Rolando García, mientras la conducción del Consejo a cargo de Bernardo Houssay intentaba mantener la neutralidad frente al golpe de Estado. El régimen militar creó en 1969 el Consejo Nacional de Ciencia y Técnica (CONACyT), con una secretaría la SECONACyT. Estas instituciones respondían al diagnóstico de algunos funcionarios de la dictadura según el cual la dispersión institucional debía ser corregida mediante la planificación y la centralización (Hurtado y Feld, 2008). En 1971 la SECONACyT elaboró el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología 1971-1975, el primer ejercicio de planificación de las actividades científicas y tecnológicas (Chudnovsky, 1999). No sería hasta 1997 que se retomaría el diseño de un plan nacional en la materia. Se nombró a Alberto Taquini al frente del CONACyT, quien a su vez formularía un plan de descentralización de las grandes universidades nacionales y creación de universidades públicas de carácter regional en ciudades de tamaño intermedio del interior del país. De esta manera, luego de una negociación entre el gobierno nacional y los gobiernos provinciales, se crearon, entre 1971 y 1974, 16 universidades nacionales en distintas provincias del país. El Plan Taquini se orientaba no solamente por criterios educativos y de gestión en

su afán de descentralización, sino que también respondía a objetivos de control social en una época de fuerte movilización y participación política del movimiento estudiantil.

El desarrollo de las instituciones de ciencia y tecnología en este período estuvo marcado por la inestabilidad política y económica que derivaba en recurrentes crisis macroeconómicas y golpes de Estado. Las capacidades en I+D acumuladas se vieron afectadas tanto por uno como por otro proceso. La investigación científica estuvo fuertemente afectada por la inestabilidad política e importantes sectores de la comunidad científica sufrieron la persecución política y el exilio. El desarrollo tecnológico vivió los avatares propios de los límites de la industrialización sustitutiva de importaciones que caracterizó no solo a la experiencia argentina, sino en rasgos generales a la de toda la región. Las limitaciones del proceso de industrialización sustitutiva marcadas por la restricción externa derivaban en el ciclo de *stop and go* (Braun y Joy, 1981), que desembocaba en crisis fiscales, megadevaluaciones y enormes transferencias de recursos entre sectores. Este contexto generaba un cuadro marcado por la falta de demanda de I+D por parte de los empresarios locales, la compra llave en mano de tecnología extranjera, a través de licencias o de la inversión extranjera directa realizada por empresas transnacionales, en contextos de alta volatilidad macroeconómica que desalentaba la inversión de largo plazo (Katz, 2000). A esto se sumaban ciertos rasgos característicos de las instituciones de investigación, como la poca vinculación con los problemas técnicos del sector productivo. Sin embargo, hubo algunas excepciones a esta caracterización general que se convirtieron en casos paradigmáticos de éxitos. El más importante fue el de la tecnología nuclear, aunque también el INTA tuvo un alto grado de éxito en su tarea de extensión al sector agropecuario (Nun, 1995). El desarrollo de la tecnología nuclear fue posible en tanto estuvo fuertemente vinculado a los intereses militares (Albornoz y Gordon, 2011). Esto permitió que gobiernos de distintos signo, nacionalistas, desarrollistas y populistas –o una combinación de los anteriores–, apoyaran el desarrollo nuclear (Hurtado, 2010) permitiendo que este proyecto contara con estabilidad institucional y económica, lo que constituye una excepcionalidad en el paisaje argentino.

El retorno de la democracia en la década de 1980 estuvo marcado por la crisis económica debido al agotamiento del modelo sustitutivo y la herencia económica del descalabro de la dictadura, lo que determinó que la política científica se redujera a la democratización de las instituciones, a pesar de que hubo ciertos intentos de planificación. Asumió la conducción de la SECyT Manuel Sadosky, quien se había desempeñado como vicedecano

de la FCEN de la UBA durante el período 1955-1966, junto con un grupo de investigadores reformistas que habían sido expulsados de la UBA en 1966. El eje de las políticas científicas durante este período estuvo marcado por la democratización del CONICET y el fortalecimiento de los vínculos entre este Consejo y las universidades nacionales. La dictadura militar había trasladado numerosos institutos de investigación de la órbita de las universidades nacionales al CONICET en un proceso de vaciamiento de las capacidades de investigación de la universidad. La crisis económica de los ochenta, marcada por la carga fiscal derivada del pago de intereses de la deuda heredada de la dictadura militar, no permitió aumentar el gasto en ciencia y tecnología que como porcentaje del producto bruto interno (PBI) fue de 0,33 promedio para el lustro 1985-1990 (SECyT, 1997). Entre los acontecimientos más importantes de este período puede destacarse el avance en la cooperación científica bilateral con Brasil en el marco del más amplio acercamiento político entre ambos países sancionado en la Declaración de Foz de Iguazú celebrada en 1985 por los presidentes Alfonsín y Sarney.

### **La implementación de las políticas de innovación en el contexto de las reformas estructurales neoliberales**

Luego de la “década perdida” de 1980, la década de 1990 sería el escenario de la implementación de las reformas estructurales neoliberales de acuerdo con el denominado Consenso de Washington (Williamson, 1990). Luego de la crisis de hiperinflación de 1989, el gobierno de Carlos Menem, asumido anticipadamente ese mismo año, emprendió un drástico programa de reformas estructurales que incluyó la liberalización de los mercados de productos y factores, la apertura comercial y la privatización de las principales empresas públicas. En 1991 comenzó la implementación del plan de convertibilidad, que fijó la paridad cambiaria entre el peso y el dólar con el objetivo de contener la inflación. Se eliminaron las cláusulas del compre nacional en las empresas de servicios públicos, a la vez que comenzó un proceso de reconversión de algunos sectores del aparato productivo, que si bien dio lugar a un aumento de la productividad del trabajo, este estuvo ligado a la incorporación de bienes de capital importados y a la racionalización de los planteles laborales, lo que dio lugar a un fuerte aumento del desempleo estructural. Asimismo, este proceso afectó las capacidades de generación de conocimiento endógeno por parte de las firmas (Kosacoff, 1994; Bonvecchi y Porta, 2003).

Una de las particularidades de la adopción de las políticas de innovación en el escenario argentino, aunque se trata de una característica que puede caracterizar al contexto latinoamericano en conjunto, es que fueron adoptadas en el marco de la implementación de programas de reformas estructurales neoliberales. El Consenso de Washington no tenía una política específica de ciencia y tecnología. Su política se reducía, asumiendo un enfoque neoclásico, a promover la liberalización comercial, la privatización de empresas públicas y la promoción de la inversión extranjera directa (IED) como instrumentos fundamentales para lograr la modernización tecnológica en los países en desarrollo (Williamson, 1990). Sin embargo, debido a que el Estado no es unívoco ni monolítico, sino que entendemos las políticas públicas como un conjunto de acciones u omisiones que manifiestan la posición –prevaliente– del Estado frente a una cuestión (Oszlak y O’Donnell, 1995: 112-113), es posible entender que a mediados de la década se implementara un conjunto de reformas en el sector de ciencia y tecnología en torno a la idea-fuerza de la innovación. En el contexto de las denominadas reformas de “segunda generación”, se impulsó una reforma institucional del sector de ciencia y tecnología tendiente a promover la demanda de tecnología por parte de las empresas para la mejora de la competitividad.

Si bien las políticas de innovación según su formulación original pertenecen a una corriente heterodoxa, evolucionista, las políticas de innovación en la Argentina y en Latinoamérica se implementaron en un contexto de políticas macroeconómicas neoclásicas. En este sentido, es posible entender las políticas de innovación impulsadas en los noventa en América Latina a partir de las clásicas categorías de políticas de ciencia y tecnología explícitas e implícitas desarrolladas por Amílcar Herrera (1995). Se implementaron políticas formales de promoción de la innovación como un conjunto de políticas explícitas orientadas al *upgrading* tecnológico del entramado productivo en un contexto de políticas implícitas racionalizadoras del aparato productivo, con una fuerte impronta desindustrializadora.

La política de ciencia y tecnología durante el gobierno de Menem puede ser dividida en dos subperíodos (Albornoz y Gordon, 2011):

- 1989-1995: Caracterizado como una “reacción tradicionalista”; en tanto asumió la conducción de la SECyT un grupo de investigadores provenientes de sectores católicos conservadores, se acentuaron las tendencias aislacionistas del CONICET y se avanzó en una contrarreforma de los cambios que habían sido introducidos por la gestión anterior a cargo de investigadores reformistas. El enfoque subyacente seguía respondiendo al modelo ofertista que había ca-

racterizado las políticas durante las décadas anteriores, aunque con una impronta conservadora. Una de las medidas más relevantes de este período fue la desactivación del proyecto del misil Cóndor II. Se trataba de un desarrollo tecnológico de la Fuerza Aérea Argentina que recibió fuertes presiones para su desactivación por parte del gobierno estadounidense durante la década de 1980. En el marco de la política exterior del nuevo gobierno de alineamiento estratégico con los Estados Unidos y de abandono de los esfuerzos de desarrollo tecnológico autónomo, el programa fue desmantelado en 1993.

- 1995-1999: Caracterizado como un programa de “modernización burocrática” pues se emprendió un programa de reformas de acuerdo con los lineamientos de los organismos multilaterales de crédito (BID, Banco Mundial), que aportaron el financiamiento necesario para su implementación. Este programa de reformas comenzó por la educación superior y continuó con las instituciones de ciencia y tecnología en un intento por modificar la lógica de funcionamiento de las instituciones.

El programa de reformas impulsado buscaba redefinir la relación entre el Estado, las universidades y el sistema científico de acuerdo con una agenda de políticas que era pregonada por los organismos multilaterales de crédito. La nueva agenda comenzó en el área de la educación superior en 1993, como un antecedente de las principales reformas que se implementarían en el segundo gobierno de Menem en el bienio de 1995 y 1996. En 1993 fue creada la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU). Se designó al frente de ella a Juan Carlos del Bello, quien encabezaría el equipo que luego asumiría la reforma del sistema de ciencia y tecnología. La creación de una Secretaría de Políticas Universitarias hubiera supuesto un contrasentido en otros períodos históricos, en los que la competencia del Estado se limitaba al financiamiento y el funcionamiento de las universidades estaba basado en el gobierno autónomo. Dotar a una Secretaría con poder de intervención suponía el primer paso hacia la mayor regulación y orientación de las actividades docentes y de investigación de las universidades. En ese mismo año se creó el Programa de Incentivos a Docentes Investigadores en el ámbito de la recién creada SPU. El objetivo declarado era estimular la investigación en las universidades públicas por medio de la asignación de un plus salarial tomando como base los resultados de estudios previos que señalaban que solo el 15% de los docentes universitarios realizaban investigación. Este programa inauguró la asignación salarial por meca-

nismos competitivos y promovió la segmentación y la diferenciación en el medio académico (Gordon, 2011).

En 1995 se implementaron las dos medidas políticas más importantes que habrían de sancionar la nueva relación Estado-universidades que el gobierno impulsaba: la Ley de Educación Superior (LES) y el Programa de Reforma de la Educación Superior (PRES). La LES sancionó por primera vez un marco regulatorio general para las universidades y los institutos universitarios. Introdujo cambios orientados a fomentar la diferenciación institucional y a reconocer la heterogeneidad del sistema, a la vez que avanzó hacia la creación de lo que se denomina un mercado académico diferenciado (Krostch, 2001). Asimismo, habilitó a las universidades al cobro de aranceles, una facultad que no fue ejercida en los estudios de grado salvo excepciones,<sup>1</sup> aunque sí en los estudios de posgrado. Por otra parte, tuvo un efecto simbólico importante al cuestionar la gratuidad de los estudios superiores.

El PRES desarrolló una serie de programas entre los que se destacaron el Fondo para el Mejoramiento de la Calidad (FOMEQ) y la Comisión Nacional para la Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Ambos estuvieron orientados por el nuevo tipo de relaciones que se pretendía impulsar entre el Estado y las universidades, basadas en la evaluación y el paso de la asignación presupuestaria incremental a la asignación mediante programas competitivos (Chiroleu e Iazetta, 2005). El FOMEQ consistía en un fondo de asignación de recursos para la mejora de la docencia por mecanismos competitivos y la CONEAU supuso la introducción de un mecanismo de evaluación de las universidades por parte del Estado. El PRES constituyó un programa importante para el Banco Mundial ya que era el primer préstamo que este organismo otorgaba para la reforma de la educación superior en América Latina (Gordon, 2004; 2011).

El equipo técnico que había encabezado las políticas de reforma de la educación superior asumió, en julio de 1996, la conducción de la SECyT y comenzó un plan destinado a extender la reforma a instituciones de ciencia y tecnología. Las transformaciones impulsadas se concentraron en el entramado institucional y en un intento por transformar su lógica de funcionamiento. El programa de reformas estuvo estructurado en torno a tres grandes ejes:

- a) Concentración de las funciones de formulación de políticas, programación y planificación en la SECyT. Se sancionó una nueva estructura

---

1 Las Universidades Nacionales de Córdoba, Villa María y Tres de Febrero establecieron bonos de contribución mensual.

institucional para la SECyT y se puso en marcha la formulación de un plan plurianual de ciencia, tecnología e innovación.

- b) Creación de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) para realizar acciones de promoción mediante la distribución de recursos para financiar proyectos de investigación y de actualización tecnológica destinados a empresas. Se proponía la separación entre las funciones de promoción y ejecución de las actividades de I+D al objetarle al CONICET criterios endogámicos para gestionar la asignación de recursos.
- c) Mejora de la coordinación interministerial en actividades de ciencia y tecnología y de la coordinación interinstitucional hacia dentro de los organismos del sector. Se crearon el Gabinete Científico-Tecnológico (GACTEC), en el ámbito de la Jefatura de Gabinete de Ministros, como órgano de coordinación interministerial, y la Comisión de Gestión Interinstitucional de Ciencia y Tecnología como instancia de coordinación entre los distintos organismos científicos y tecnológicos.

La novedad política más importante fue la creación de la ANPCyT en 1996, que comenzó a operar en 1997. El propósito de la creación de la Agencia fue separar las funciones de promoción y ejecución de las actividades científicas y tecnológicas a través de la concentración en un solo organismo de los distintos instrumentos promocionales y de financiación que se encontraban dispersos en distintas jurisdicciones. El diseño de la Agencia estuvo inspirado en la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos, considerada como un modelo flexible y dotado de gran capacidad de financiamiento. Este cambio de enfoque en el campo de las políticas públicas para la ciencia y la tecnología es, sin dudas, indisociable de los cambios que se produjeron tanto en la escena internacional como en la propia percepción de algunos actores pertenecientes a la sociedad local (Albornoz, 2007). La Agencia fue creada como un organismo desconcentrado, dependiente de la SECyT, con el objetivo de promover la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación. Para el logro de estos objetivos, ha contado con dos instrumentos principales, el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) y el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT), a los que con los años se agregaron otros. LA ANPCyT se propuso promover la investigación científica según criterios no solo de calidad académica, sino también de pertinencia social y económica. Esto introdujo un nuevo criterio para la evaluación científica que fue resistido por sectores académicos que veían en esta modificación una

erosión de la autonomía de la comunidad científica y, paralelamente, una amenaza al retiro del Estado en su apoyo a la investigación científica en organismos públicos (Gordon, 2011).

El CONICET se constituyó en un adversario político de la nueva gestión que asumió la conducción de la SECyT. Desde el Consejo Científico, sectores de la comunidad científica se opusieron a las reformas, en particular a la creación de la ANPCyT. El CONICET estuvo sumido en un grave proceso de crisis institucional y restricción presupuestaria que se prolongó hasta 2002.

La innovación se convirtió en el eje de la política científica, al menos en el plano discursivo. Se criticó lo que se consideraba un modelo lineal de apoyo a la oferta de I+D prevaleciente hasta el momento y se propuso su reemplazo por el apoyo a la demanda de I+D por parte de las empresas. Se adosaron, de manera acrítica, las políticas de innovación a las políticas de ciencia y tecnología. Si bien discursivamente se adoptó el enfoque del sistema nacional de innovación, que en sus distintas versiones tiene como denominador común la promoción de la interacción y la articulación entre agentes (Dosi *et al.*, 1988; Freeman, 2003; Lundvall, 2009; Nelson y Rosenberg, 1993), se ha señalado que las políticas de innovación en la Argentina, como en el resto de América Latina, se caracterizan por la linealidad que justamente criticaban al enfoque ofertista (Cimoli *et al.*, 2009). Se invirtió el orden de los factores pasando de la promoción de la oferta de I+D por parte de organismos públicos y las universidades, según los lineamientos del ofertismo, al fomento de la demanda de I+D por parte de las empresas, según una particular adopción local del enfoque de las políticas de innovación. Sin embargo, no se superaron los históricos problemas de falta de articulación entre agentes. Por otra parte, las políticas de innovación fueron adoptadas en un contexto de empresarios que invierten poco en I+D y que, cuando innovan, en general lo hacen para el mercado local y en pocos casos se trata de innovaciones para el mercado mundial capaces de aumentar la competitividad. Los datos de la segunda encuesta nacional de innovación (1998-2001) señalan el bajo gasto en actividades de innovación (AI) como proporción de las ventas realizado por las empresas manufactureras argentinas (2,05% en 1998 y 1,64% en 2001), muy inferior al de Brasil (3,8%) y Uruguay (2,9%) (ambos datos del año 2000), y por debajo del promedio europeo para el año 2001 (3,7%) (Lugones *et al.*, 2006). Mientras los indicadores de gasto en I+D como porcentaje de la facturación señalaban la brecha aún mayor que había entre las empresas argentinas (0,19% en 1998 y 0,26% en 2001) y las brasileñas (0,75% en 2000) y uruguayas (0,30% en 2000), todas lejos

del promedio europeo (1,61%) y de la OCDE (1,89%) (Lugones *et al.*, 2006). Lo que señala que no solo el nivel de inversión en innovación era bajo, sino que, en general, las actividades de innovación realizadas tenían un bajo componente de I+D.

Las reformas políticas e institucionales del sistema de ciencia y tecnología llevadas a cabo por la gestión de Del Bello habían sido realizadas por Decreto del Poder Ejecutivo. La Ley 25.467 de Ciencia, Tecnología e Innovación sancionada en 2001 ordenó el conjunto de reglamentaciones que regían al sector, estableció la realización de planes plurianuales para la orientación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación y otorgó sanción legislativa a la figura del Gabinete Científico y Tecnológico (GACTEC). Sin embargo, el GACTEC continuó reuniéndose esporádicamente y sin una gravitación relevante en la articulación de políticas con otros ministerios de los que dependen organismos ejecutores de I+D (Gordon, 2011).

### **Las políticas de ciencia, tecnología e innovación a partir de 2003: aumento presupuestario y fortalecimiento institucional**

Luego de la profunda crisis política, económica y social por la que atravesó la Argentina durante los años 2001-2002, y a partir del proceso de recuperación económica comenzado en el último trimestre de 2002, los presupuestos para ciencia y tecnología y educación superior aumentaron sostenidamente, lo que ha constituido una de las características del período.

Desde la devaluación de 2002 hasta comienzos de 2009, la economía argentina presentó un crecimiento sostenido y elevado con tasas de variación del 8% promedio anual.<sup>2</sup> De esta manera, se desplazó la volatilidad característica de la economía argentina, que en las últimas décadas redundaba en una baja tasa de crecimiento promedio y la ausencia de tendencias firmes o estables en el largo plazo, con un sesgo permanente al desaprovechamiento de recursos. En este proceso también fueron desplazados otros problemas endémicos de la economía argentina, como la restricción externa al crecimiento y el excesivo endeudamiento (Porta y Fernández Bugna, 2012).

En este contexto de recuperación y crecimiento económico, y de ampliación de las políticas educativas y sociales, se generó el marco para el

---

<sup>2</sup> Los impactos de la crisis internacional comenzada en el último trimestre de 2008 interrumpieron el crecimiento en los tres primeros trimestres de 2009. Sin embargo, a fines de ese año, la economía retomó su sendero de crecimiento y en 2010 la expansión superó el 9%.

comienzo de una nueva etapa en las políticas científicas argentinas. Las políticas de ciencia y tecnología desde 2003 estuvieron articuladas en torno a los siguientes ejes:

- ampliación de la inversión pública en I+D;
- ampliación de la base de recursos humanos;
- fortalecimiento institucional de los organismos del sector.

Luego del largo período durante buena parte de la década de 1990 de enfrentamiento político entre la conducción de la SECyT, el CONICET y las universidades, se inauguró una etapa de reconciliación entre los actores. El presidente provisional Eduardo Duhalde designó a Julio Luna al frente de la SECyT y a Juan Carlos Pugliese a cargo de la SPU. A partir de la asunción de Néstor Kirchner en 2003, Tulio Del Bono fue designado como secretario de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y Pugliese fue ratificado al frente de la SPU. La ratificación de Pugliese y su equipo, de afiliación radical y con ascendencia sobre varios rectores afines a ese partido, ha sido leída como una decisión que privilegió la importancia de garantizar la gobernabilidad y la continuidad de las políticas de educación superior en una coyuntura política y social que aún transitaba un camino crítico (Suasnábar y Rovelli, 2010). El proceso de recuperación institucional fue particularmente destacable en el caso del CONICET. Luego de haber tenido diez presidentes en poco más de una década,<sup>3</sup> comenzó una nueva gestión en 2002 encabezada por el investigador Eduardo Charreau, que culminó en 2008 luego de un proceso de ampliación y fortalecimiento institucional del principal organismo ejecutor de I+D del país.

### Recuperación institucional y comienzo de la planificación de objetivos de mediano plazo

La gestión encabezada por Del Bono al frente de la SECyT asumió la elaboración de planes estratégicos de mediano y largo plazo. La SECyT encargó al Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva la elaboración de las Bases para un Plan Estratégico de Mediano Plazo en Ciencia, Tecnología e Innovación, que fueron incorporadas en el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Bicentenario 2006-2010. El Plan establecía una serie de objetivos estratégicos y metas

---

3 Desde julio de 1989 hasta fines de 2001, el CONICET tuvo diez presidentes: Carlos Cavotti, Bernabé Quartino, Raúl Matera, Domingo Liotta, Florencio Aceñolaza, Juan Carlos Del Bello, Enrico Stefani, Armando Bertranou, Pablo Jacovkis y Andrés Carrasco.

cuantitativas y cualitativas para 2010 y 2015. Entre las cuantitativas se establecieron las siguientes: 1) la inversión total del país en I+D alcanzará el 1% del PBI; 2) la inversión privada en I+D equipará la inversión pública; 3) el número de investigadores y tecnólogos equivaldrá a un 3% de la población económicamente activa (PEA); 4) las diecinueve provincias que en ese momento concentraban alrededor del 20% de los recursos de I+D duplicarán su participación en el total. La institucionalización de las Bases en el Plan Bicentenario supuso la redefinición de las áreas prioritarias en Áreas-Problemas-Oportunidad, en consideración de problemáticas de desarrollo productivo, y Áreas-Temáticas-Prioritarias, según consideraciones disciplinarias y tecnológicas. Estos dos grandes conjuntos de áreas prioritarias fueron a su vez desagregados, por lo que esta redefinición supuso la conformación de ochenta y dos líneas prioritarias. Se ha considerado que tal cantidad de áreas prioritarias atenta contra la factibilidad de poder destacar una determinada línea al diluir su carácter prioritario (Emiliozzi, 2011).

Con la llegada al poder del gobierno de Cristina Fernández de Kirchner en 2007, fue creado el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) y se designó a Lino Barañao, hasta entonces presidente de la ANPCyT, al frente del nuevo Ministerio. La creación por primera vez de un Ministerio de Ciencia y Tecnología (e Innovación Productiva) fue celebrada por la propia comunidad científica como un indicador del otorgamiento de mayor prioridad política a la actividad científica a la vez que supuso la integración al gabinete nacional de un ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación. En cuanto a la organización institucional, supuso la separación de la política universitaria de la investigación científica ya que la Secretaría de Políticas Universitarias continuó estando en la órbita del Ministerio de Educación.

En los últimos años se observa la búsqueda de una mayor focalización de las políticas en cuanto a la identificación de beneficiarios e impactos potenciales. En este sentido, se trata de avanzar más allá de las políticas horizontales implementadas desde las reformas institucionales del sector realizadas en los noventa. Desde su creación, el MINCyT se ha abocado al diseño de instrumentos de intervención sectorial que complementen la oferta de instrumentos de tipo horizontal que se ejecutan a través de la ANPCyT. En este sentido, los fondos sectoriales son la principal innovación en cuanto a los instrumentos de políticas públicas utilizados por el MINCyT y constituyen una parte central de la política de ciencia, tecnología e innovación llevada a cabo por el Ministerio. La implementación de fondos sectoriales, gestionados por el FONARSEC

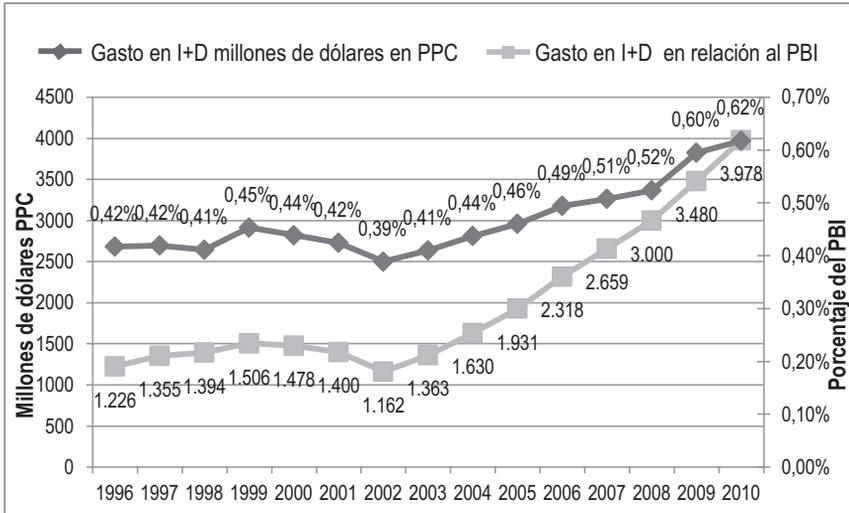
en el marco de la ANPCyT, puede ser entendida como un escalón más en la evolución de la política de ciencia, tecnología e innovación del país, desde las mencionadas políticas horizontales hacia políticas más focalizadas, adecuadas a las especificidades sectoriales, que pretenden maximizar impacto y derrames.

Recientemente, el MINCyT ha elaborado un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación con lineamientos para el período 2012-2015 (MINCyT, 2012). Entre sus objetivos declarados se destacan el fortalecimiento institucional, la mejora de la dotación de recursos, infraestructura y aprovechamiento de los instrumentos de políticas, y el fortalecimiento de la articulación y coordinación del sector público con el sector privado y a nivel territorial. El Plan identifica tres plataformas tecnológicas de propósito general prioritarias (nanotecnología, biotecnología y tecnologías de la información y la comunicación), y seis áreas prioritarias (agroindustria, ambiente y desarrollo sustentable, desarrollo social, energía, industria, y salud). De la articulación de estas dos dimensiones con la variable territorial surge la identificación de Núcleos Socio-Productivos Estratégicos (NSPE) para la intervención sectorial territorial en el marco de la mencionada estrategia de focalización.

## **El aumento en inversión pública en I+D**

La inversión en investigación y desarrollo registró su piso histórico en 2002, cuando cayó al 0,39% del PBI. Desde ese momento comenzó un proceso de recuperación hasta alcanzar en 2004 los valores previos a la crisis, y a partir de allí un proceso de crecimiento hasta alcanzar el 0,62% del PBI en 2010, el último año con datos disponibles (MINCyT, 2011; RICyT, 2012). Si se analiza la inversión medida en dólares corrientes según la paridad del poder de compra (PPC) resulta que cayó en 2002 a los niveles históricos más bajos de la serie y que a partir de entonces comenzó un proceso de recuperación que es aún más marcado que cuando es medido como porcentaje del PBI. La inversión en I+D en valores corrientes tuvo un crecimiento de 478% entre los años 2003 y 2010, lo que permitió que su participación respecto al PBI alcanzase un incremento del 51%. Mientras que el crecimiento de la inversión en I+D medida en precios constantes aumentó un 148% (MINCyT, 2011).

Gráfico 1. Inversión en I+D (1996-2010)

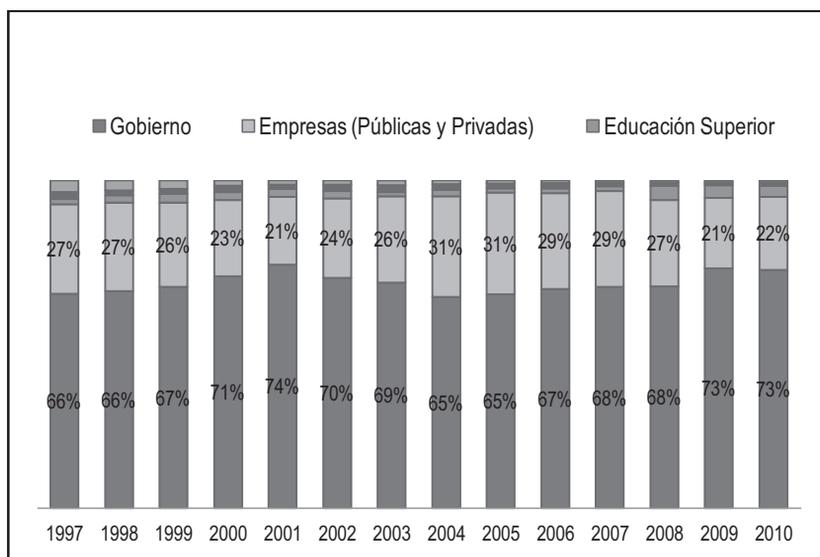


Fuente: MINCyT, 2011 y RICYT, 2012.

El objetivo recurrente<sup>4</sup> de alcanzar el 1% del PBI en inversión en I+D fijado en el Plan Estratégico Bicentenario no fue alcanzado, lo que señala la dificultad para traccionar la inversión del sector privado. Si bien aumentó la inversión privada en I+D en términos absolutos, lo hizo con menor intensidad que el aumento de la inversión pública, que fue sostenido a lo largo del período. Por lo que, a partir de 2005, se redujo la participación relativa de las empresas en la inversión en I+D nacional según se observa en el gráfico 2.

4 El objetivo de alcanzar el 1% del PBI en gasto en I+D también había sido fijado en el Plan Nacional Plurianual de Ciencia y Tecnología 1998-2000 elaborado por la gestión Del Bello en 1996 y nunca fue logrado.

Gráfico 2. Gasto en I+D por sector de financiamiento (1997-2010)



Fuente: RICyT, 2012.

## El papel del financiamiento externo en la inversión en I+D

El financiamiento internacional continuó desempeñando un papel destacado en los programas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) tuvo un papel importante en las reformas de los noventa a través del financiamiento de los distintos tramos del Programa de Modernización Tecnológica (PMT) y continuó desempeñándolo durante el período. El PMT-I fue establecido en 1993 y creó el programa FONTAR de promoción de la innovación y la modernización tecnológica en empresas, que fue integrado en la ANPCyT en 1997. El PMT-II<sup>5</sup> fue lanzado en 1999 e involucró un préstamo de 140 millones de dólares y una contraparte de otros 140 millones, que fue reducida por la crisis económica y la devaluación de la moneda. Los fondos del PMT-II se destinaron al financiamiento de la operación de la ANPCyT

5 Para mayor información, consultar <http://www.iadb.org/en/projects/project,1303.html?id=AR0171>

y sus programas FONCyT y FONTAR. El financiamiento externo fue importante para mantener las operaciones en el contexto de la restricción presupuestaria durante la grave crisis económica de 2001-2002. El PMT-III fue lanzado en 2006 y contó con un préstamo del BID de US\$ 280 millones y una contraparte del Estado nacional por US\$ 510 millones, lo que duplicó el préstamo del PMT-II. En 2009 el BID dio continuidad al financiamiento del PMT-III a través del Programa de Innovación Tecnológica (PIT) con un préstamo de US\$ 100 millones y una contraparte nacional de US\$ 25,7 millones. Asimismo, el MINCyT suscribió un crédito con el Banco Mundial por US\$ 150 millones, con una contraparte del Estado nacional por US\$ 80 millones, para financiar los denominados Fondos Sectoriales en Alta Tecnología. Finalmente, en marzo de 2011 se aprobó el PIT-II<sup>6</sup> entre el BID y el Estado argentino por medio del cual el BID otorga un préstamo de US\$ 200 millones y tiene asociada una línea de crédito condicional por un total de US\$ 750 millones.

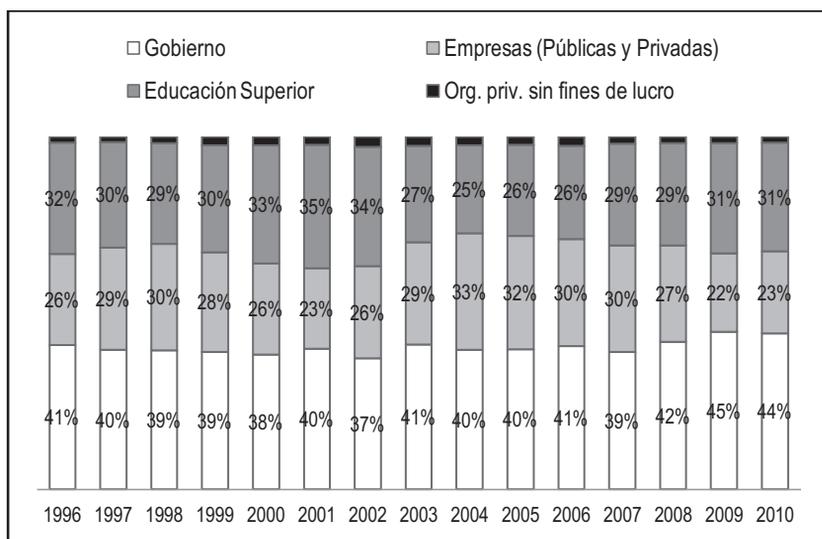
### **El papel de las empresas en la ejecución de actividades de I+D e innovación**

En relación con la ejecución de actividades de I+D por parte de las empresas, se observa que el aumento de los esfuerzos en ciencia y tecnología estuvo a cargo principalmente de los organismos públicos de investigación y de las universidades. Nuevamente, si bien aumentó en términos absolutos el nivel de ejecución de actividades de I+D por parte de las empresas, este aumento tuvo menor intensidad que el aumento de los esfuerzos de los organismos públicos, por lo que el sector empresario redujo su participación relativa, en particular durante los últimos años cuando el aumento del esfuerzo público fue mayor.

---

6 Para mayor información, consultar <http://www.iadb.org/en/projects/project,1303.html?id=AR-L1111> y <http://www.iadb.org/en/news/news-releases/2010-11-11/idb-support-science-and-technology-in-argentina,8565.html>

Gráfico 3. Gasto en I+D por sector de ejecución (1996-2010)



Fuente: RICYT, 2012.

Desde finales del año 2002, la industria manufacturera fue uno de los sectores líderes de la recuperación y el posterior crecimiento de la economía argentina y la expansión simultánea de todas las ramas manufactureras es un rasgo distintivo de este proceso (Porta y Fernández Bugna, 2012). Las pymes constituyeron también un componente importante del proceso de inversión y ampliación de capacidad instalada desde la devaluación, en un contexto en el que el capital extranjero y las grandes firmas, en general, no realizaron inversiones sustanciales (Kulfas, 2009). La recuperación del empleo industrial, la reactivación de algunos segmentos manufactureros muy postergados, el crecimiento de la inversión en el sector, la creación de un número importante de nuevas empresas y la emergencia de nuevos exportadores y de un incipiente proceso de diversificación de la canasta exportada, entre otras, han sido interpretados como indicadores de un proceso de “reindustrialización” en el período reciente (Porta y Fernández Bugna, 2012). Sin embargo, los mismos autores señalan que, sin contrariar aquellas evidencias, algunos rasgos centrales del modelo productivo que se consolidó a partir de las reformas institucionales de los noventa no parecen haberse alterado significativamente. En particular en lo que hace

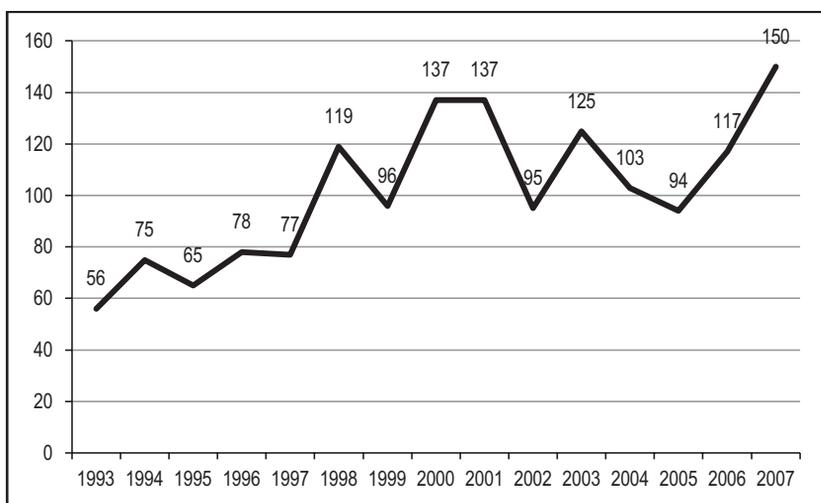
a las debilidades de la composición sectorial de la estructura productiva argentina –centrada en actividades de bajo contenido tecnológico– y, a su vez, al predominio de una especialización en las gamas productivas de menor complejidad en las distintas ramas.

Por otra parte, en relación con las actividades de innovación en las empresas, si bien el gasto total en innovación en el sector industrial se incrementó en el nuevo período de crecimiento iniciado en 2003, lo ha hecho menos que la facturación total, por lo que su intensidad relativa ha tendido a disminuir. Las primeras encuestas de innovación realizadas en la Argentina mostraban que los niveles de gasto en innovación de las empresas argentinas en los noventa eran significativamente menores a los estándares internacionales; los resultados de las últimas mediciones indican que la situación no se ha modificado significativamente. Lo que señala la dificultad para inducir comportamientos más innovadores por parte de las empresas, que apunten a la generación de competitividad sistémica, la diferenciación de productos, y no solo el aprovechamiento de las condiciones macroeconómicas favorables para expandir el nivel de actividad. De acuerdo con Lugones *et al.* (2008) solo un número menor –aproximadamente el 7%– de las empresas industriales de las distintas ramas y sectores muestra una estrategia continua de innovación. Sin embargo, estos mismos autores señalan que también aparecen ejemplos de empresas con comportamientos en innovación más dinámicos y virtuosos. Se trata de empresas con promedios de gasto en innovación superiores al 3% de las ventas, muy por encima del 1,12% del promedio, lo que las aproxima a la media de las firmas europeas y supera la de la industria brasileña. Estos indicadores señalan la persistencia de la heterogeneidad estructural del entramado productivo argentino, con comportamientos generales poco innovadores, aunque esta caracterización requiere ser matizada por la proliferación en los últimos años de firmas en distintos sectores y ramas con comportamientos innovadores más virtuosos, expresados en un mayor gasto en actividades de innovación.

En relación con la propensión del sistema nacional de innovación argentino a patentar el desarrollo tecnológico, se decidió tomar como indicador las solicitudes de patentes de residentes argentinos en la Oficina Norteamericana de Patentes y Marcas Comerciales (UPSTO, por sus siglas en inglés) por tratarse de un indicador internacionalmente aceptado y comparable. El gráfico 4 muestra un aumento sostenido en la solicitud de patentes desde 2005, aunque el comportamiento en la última década ha sido bastante errático. Las 150 patentes solicitadas en 2007 (el último año con información disponible) no se alejan significativamente de las

137 solicitudes en 2000 y 2001. Por otra parte, la comparación del SNI argentino con otros países en desarrollo con SNI de tamaños similares, como Sudáfrica, señala las limitaciones del SNI argentino en cuanto a la propensión a patentar. Sudáfrica cuenta con un SNI con mayor participación empresaria y más orientado al desarrollo tecnológico que a la investigación básica y aplicada, y solicitó al USPTO 252 patentes en 2007 (Gordon y Molotja, 2011).

Gráfico 4. Patentes solicitadas a USPTO por residentes argentinos (1993-2007)



Fuente: Main Science and Technology Indicators (MSTI), OCDE, 2008.

### El fortalecimiento institucional del CONICET y la política de ampliación de la base de recursos humanos

Como fue señalado, el CONICET comenzó un proceso de fortalecimiento institucional y de importante ampliación de su base de recursos humanos. A partir de 2003 fueron incorporados más de mil becarios doctorales y posdoctorales por año. Paralelamente, se reabrió el ingreso a la Carrera de Investigador Científico (CIC), que había estado congelado

desde mediados de la década de 1990,<sup>7</sup> lo que habilitó la incorporación de un promedio de más de trescientos cincuenta investigadores por año. De 2003 a 2010, el cuerpo de investigadores del CONICET aumentó en un 67%, pasó de 3804 a 6350 en 2010, mientras que el número de becarios aumentó un 242%, de 2378 en 2003 a 8122 en 2010. En 2003, los investigadores representaban el 42% del personal del CONICET; los becarios, el 26% y el personal de apoyo a la investigación, el 27%, mientras que el personal administrativo representaba el 5%. La incorporación de jóvenes investigadores al sistema permitió no solo ampliar la base de recursos humanos, sino también mejorar la proporción entre las distintas categorías etarias y comenzar a revertir el envejecimiento de la base de recursos humanos en ciencia y tecnología (Gordon, 2011). Asimismo, en relación con la política de recursos humanos, cabe destacar la experiencia del programa RAICES (Red de Argentinos Investigadores y Científicos en el Exterior), creado en el año 2000 y relanzado en 2003. El propósito del Programa RAICES es fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas del país por medio del desarrollo de políticas de vinculación con investigadores argentinos residentes en el exterior así como de acciones destinadas a promover la permanencia de investigadores en el país y el retorno de aquellos interesados en desarrollar sus actividades en la Argentina. Se trata de un programa que combina tanto acciones orientadas por el nuevo enfoque del *brain gain*, para la conformación de redes de investigación virtuales que articulen a investigadores residentes en el país con investigadores argentinos residentes en el exterior, como medidas tendientes a promover la repatriación y la permanencia de los investigadores en el país, en línea con el clásico enfoque del *brain drain* (Gordon, 2007). En 2008 el Programa RAICES fue declarado Política de Estado<sup>8</sup> con el objetivo de garantizar su continuidad en el tiempo.

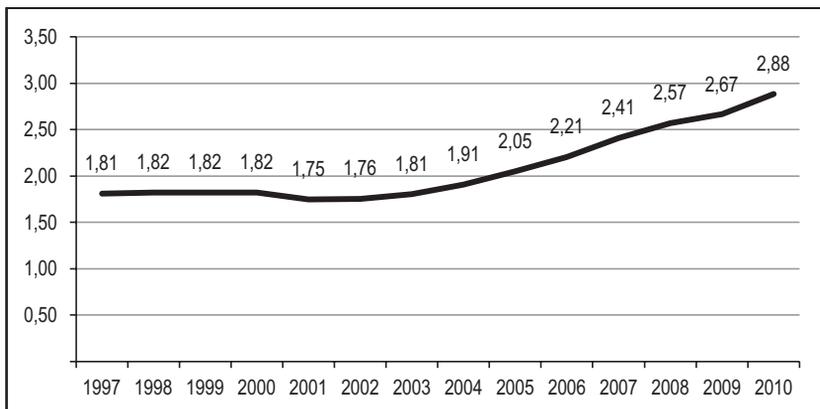
Este conjunto de políticas de recursos humanos permitió un aumento sostenido de la base de recursos humanos durante el período hasta alcanzar los 2,88 investigadores equivalentes a jornada completa (EJC) cada mil personas de la población económicamente activa (PEA). Este objetivo se acerca al trazado en el Plan Bicentenario (2006-2010) de alcanzar tres investigadores EJC cada mil personas de la PEA.

---

7 En el contexto del congelamiento a los ingresos a la Administración Pública, producto de la restricción presupuestaria.

8 Declaración del Programa RAICES como Política de Estado, Ley 26.421 del 22 de octubre de 2008.

Gráfico 5. Investigadores equivalentes a jornada completa cada mil personas de la población económicamente activa (1997-2010)



Fuente: RICYT, 2012.

### Fortalecimiento de los organismos descentralizados ejecutores de I+D

El proceso de recuperación institucional y presupuestaria alcanzó también a otros organismos históricos ejecutores de I+D descentralizados, tales como el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y, en menor medida, el Instituto de Tecnología Industrial (INTI). La autonomía operativa y financiera del INTA, que había sido suprimida en 1991, fue restituida en 2002 cuando se estableció que su presupuesto estaría ligado al cobro del 0,5% del valor CIF de las importaciones, lo que posibilitó un importante crecimiento presupuestario.<sup>9</sup> Esta estabilidad institucional y financiera permitió que hacia fines de 2004 el INTA lanzara el Plan Estratégico Institucional 2005-2015 (PEI), en el que se establecieron tres objetivos generales: competitividad, salud ambiental

<sup>9</sup> La participación del INTA sobre el total del presupuesto para la función ciencia y técnica en promedio para el período 1997-2002 fue del 14,6%, mientras que a partir de la restitución de la autonomía presupuestaria en 2002, la participación del Instituto aumentó al 20,3% en promedio para el período 2003-2010. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección Nacional de Información Científica-MINCYT y Oficina Nacional de Presupuesto, Secretaría de Hacienda, MECON.

y equidad social. El lanzamiento del PEI 2005-2015 buscó dotar al accionar del Instituto de una mayor coherencia interna.

Asimismo, la investigación nuclear experimentó una reactivación a partir de 2006 en el marco de un aumento del interés por la actividad nuclear a nivel mundial, en el contexto del encarecimiento del precio de la energía, anterior al reciente accidente nuclear japonés. El Poder Ejecutivo decidió continuar con las actividades de diseño, construcción, puesta en marcha y operación de la Central Nuclear Atucha II, cuya construcción comenzó en 1981 y sufrió innumerables retrasos y cancelaciones.<sup>10</sup> En lo que hace específicamente a las tareas de I+D llevadas a cabo por la CNEA, en 2009 se encargó<sup>11</sup> a esta comisión la construcción del prototipo del reactor CAREM,<sup>12</sup> lo que significaría la producción del primer reactor de potencia diseñado y construido en el país, una evolución respecto de la experiencia acumulada por la CNEA e INVAP en reactores de investigación (CNEA, 2013).

En el campo de la investigación espacial, la CONAE lanzó en 2011 el satélite SAC-D Aquarius. Se trata de un satélite construido en la Argentina, cuyo objetivo es estudiar la salinidad del mar y realizar mediciones para detectar zonas de riesgo de incendios e inundaciones. Asimismo, se avanzó en el desarrollo del satélite SAOCOM 1A,<sup>13</sup> que integrará el sistema de monitoreo satelital ítalo-argentino (SIASGE), cuyo lanzamiento está previsto para 2013. Finalmente, la CONAE está avanzando en el Programa

---

10 Se trata de una central nuclear de 750MW cuya construcción comenzó en 1981 y sufrió innumerables retrasos y cancelaciones que prácticamente duplicaron su costo inicialmente previsto en US\$ 1600 millones. Se prevé su entrada en servicio en 2013.

11 Ley N° 26.566 de 2009. Se establece, asimismo, la extensión de vida de la Central Nuclear Embalse y se autoriza la creación de fideicomisos para dicha extensión y para la construcción de una cuarta central nuclear en el país.

12 El CAREM es un reactor de baja potencia y características relativamente sencillas en cuanto a su construcción, operación y mantenimiento. Se trata de un proyecto que data de la década de 1980, originalmente previsto como alternativa de propulsión para submarinos. El objetivo que guía a estos desarrollos es construir reactores de mediana potencia en ciudades de hasta 100.000 habitantes con el fin de diversificar la matriz energética. En 2010 se anunció que la Argentina volvería a producir uranio enriquecido, lo que le permitiría volver a controlar el denominado ciclo del combustible nuclear. Más información sobre este anuncio en: <http://www.prensa.argentina.ar/2010/10/25/13234-argentina-estara-en-el-2011-entre-los-diez-paises-que-producen-uranio-enriquecido.php>

13 Los satélites fueron construidos en el país por INVAP S.E., que también interviene en la instalación y mantenimiento del centro espacial. La CNEA participa con el desarrollo de los paneles solares y las antenas de recepción de datos satelitales del rango de microondas.

del Cohete Tronador,<sup>14</sup> que consiste en la fabricación de un sistema balístico lanzador de satélites.

## Síntesis y reflexiones finales

La historia del sistema nacional de innovación argentino desde su institucionalización a mediados del siglo xx ha estado marcada por profundos contrapuntos, éxitos y fracasos, que en distinta medida reflejan los ciclos del sistema político y del régimen de acumulación argentino durante la segunda mitad del último siglo. En la introducción se señalaba que la conformación de las instituciones científicas y tecnológicas argentinas no puede ser comprendida por fuera de los procesos de modernización y de industrialización que caracterizaron la historia del país durante la segunda mitad del siglo xx. Se señalaba que, si bien esta afirmación puede ser realizada al presentar el estudio de la conformación del SNI en cualquier país, en el caso argentino adquiere ciertos rasgos excepcionales que se relacionan con los bruscos cambios y oscilaciones que ha tenido el sistema político y el régimen de acumulación argentino. La historia institucional del SNI ha estado marcada por la inestabilidad derivada de rupturas institucionales, de persecuciones políticas y del vaciamiento económico. Pero también puede ser caracterizada por el temprano desarrollo de capacidades en ciencia y tecnología, expresado en la obtención de tres premios Nobel en ciencias, sostenido en la conformación de un sistema universitario de calidad y gratuito, con las tasas de acceso más altas de América Latina (Krotsch, 2001). Sin embargo, el desarrollo científico argentino estuvo muy desarticulado de la estructura productiva, lo que derivó en un débil desarrollo tecnológico vinculado a la débil demanda de conocimiento por parte de los agentes productivos durante el proceso de industrialización sustitutiva. En este sentido, el temprano desarrollo científico argentino, y

---

14 El Tronador permitiría al país contar con capacidades propias para colocar satélites en órbita, una tecnología con la que solo cuentan unos pocos países en el mundo. En este programa participan, además de la CONAE, el INVAP, la CNEA, el Instituto de Investigaciones Aeronáuticas de la Fuerza Aérea y distintos institutos de investigación universitarios y del CONICET. El Programa Tronador ha despertado interés por parte de socios como Brasil y los Estados Unidos, pero paradójicamente ha tenido muy poca cobertura en los medios de comunicación en la Argentina. El cohete Tronador I fue lanzado en 2007 y está previsto efectuar los primeros ensayos del Tronador II con el prototipo VEX1 hacia mediados de 2013. El Programa Tronador se basa en la acumulación de capacidades previas desarrolladas en el marco de los proyectos Cóndor-I y Cóndor-II de misiles balísticos militares, que fue desactivado a principios de la década de 1990.

su falta de articulación con la estructura productiva, puede ser interpretado como una expresión más de la heterogeneidad estructural característica del proceso de desarrollo de los países latinoamericanos (CEPAL, 1990; 2010).

El enfoque lineal que caracterizó las políticas de ciencia y tecnología durante la ISI continuó orientando las políticas de investigación durante la década de 1980 en un contexto de restricción presupuestaria. Sin embargo, a pesar de este contexto macroeconómico adverso, es posible señalar el avance en la democratización de las instituciones del sector como uno de los logros del período. Las reformas neoliberales tuvieron su particular correlato en las políticas de ciencia y tecnología. Estas volvieron a la agenda de los organismos multilaterales de crédito en el marco de las denominadas reformas del Estado de segunda generación. Se impulsó una reforma del sector bajo la orientación de una recepción particular de las políticas de innovación, que promovió la implementación de políticas de estímulo a la demanda de conocimiento (Cimoli *et al.*, 2005; 2009) en un contexto macroeconómico que no favorecía la acumulación local de conocimientos, sino la compra de tecnología extranjera incorporada a partir de la adquisición de bienes de capital. Durante la última década se avanzó significativamente en el aumento de la inversión pública en I+D, en el fortalecimiento institucional de los organismos del sector y en la ampliación de la base de recursos humanos. Este último punto puede ser considerado uno de los principales éxitos de las políticas de ciencia y tecnología del período, ya que contar con una dotación de recursos humanos altamente calificados es condición necesaria para transitar un sendero de desarrollo sustentable en ciencia y tecnología. Asimismo, constituye un cuello de botella mucho más grave, y más difícil de revertir, que la falta de financiamiento. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos públicos por aumentar la inversión en I+D, la dificultad para traccionar la demanda de conocimientos por parte del sector privado continúa siendo una característica del SNI argentino. Las encuestas nacionales de innovación señalan, en términos generales, una baja propensión a invertir en actividades de innovación por parte de las empresas argentinas, pero asimismo presentan evidencias de comportamientos más virtuosos de un grupo reducido de empresas en distintas ramas y sectores. Esto puede ser interpretado como una persistencia de una fuerte heterogeneidad en el entramado industrial argentino, a partir de un período de crecimiento pero sin cambio estructural (Porta y Fernández Bugna, 2012).

Analizado en perspectiva, el período de estabilidad, crecimiento, fortalecimiento institucional y aumento de la inversión pública en I+D que ha caracterizado a la última década es un hecho inédito en la historia del SNI

argentino. Esto constituye las bases para trazar objetivos de largo plazo que permitan transitar un sendero de desarrollo sustentable capaz de superar las desarticulaciones históricas entre los organismos de investigación y los actores económicos y sociales.

## Bibliografía

- Albornoz, M. (2007). "Argentina, modernidad y rupturas", en Sebastián, J. (ed.), *Claves del desarrollo científico-tecnológico en América Latina*, Madrid: Fundación Carolina-Siglo XXI, 185-225.
- Albornoz, M. y Gordon, A. (2011). "La política de ciencia y tecnología en Argentina desde la recuperación de la democracia (1983-2009)", en Albornoz, M. y Sebastián, J. (eds.), *Trayectorias de las políticas científicas y universitarias de Argentina y España*, Madrid: CSIC.
- Basualdo, E. (2006). *Estudios de historia económica argentina (desde mediados del siglo xx hasta la actualidad)*, Buenos Aires: Siglo XXI.
- Bonvecchi, C. y Porta, F. (2003). *Las condiciones de consistencia micro/macroeconómicas*, Proyecto CEPAL, Ministerio de Economía, Buenos Aires.
- Braun, O. y Joy, L. (1981). "Un modelo de estancamiento económico. Estudio de caso sobre la economía argentina" [1968], reproducido en *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 20, nº 80, Buenos Aires.
- Cárdenas, E.; Ocampo, J.A. y Thorp, R. (eds.) (2000). *The export age: The Latin American economies in the late nineteenth and early twentieth centuries. An economic history of twentieth century Latin America*, vol. I, Nueva York: St. Martin's Press.
- CEPAL (1990). *Transformación productiva con equidad. La tarea prioritaria de América Latina y el Caribe en los años noventa*. Documento LC/G.1601-P, Santiago de Chile: CEPAL.
- CEPAL (2010). *La hora de la igualdad: brechas por cerrar, caminos por abrir*. Documento LC/G.2432, Santiago de Chile: CEPAL.
- Chiroleu, A. e Iazzetta, O. (2005). "La reforma de la educación superior como capítulo de la reforma del Estado. Peculiaridades y trazos comunes", en Rinesi, E. et. al., *Universidad, reformas y desafíos*, Buenos Aires: Prometeo, 15-39.
- Chudnovsky, D. (1999). "Políticas de ciencia y tecnología y el Sistema Nacio-

- nal de Innovación en la Argentina”, *Revista de la CEPAL*, n° 67, abril, Santiago de Chile: CEPAL.
- Cimoli, M.; Ferraz, J.C. y Primi, A. (2005). *Science and Technology policies in open economies: the case of Latin America and the Caribbean*. Serie DDPE 165, Santiago de Chile: CEPAL.
- Cimoli, M.; Ferraz, J.C. y Primi, A. (2009). “Science, technology and innovation policies in global open economies: The case of Latin America and the Caribbean”, en *Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, Georgetown University, vol. 3, n° 1.
- Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) (2013). *Proyecto CAREM*. Información institucional. Buenos Aires. Disponible en: <http://www.cnea.gov.ar/proyectos/carem/index.php>
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.) (1988). *Technical change and economic theory*, Londres: Pinter.
- Emiliozzi, S. (2011). “Políticas en ciencia y tecnología, definición de áreas prioritarias y universidad en Argentina”, *Revista Sociedad*, n° 29-30, Buenos Aires, Facultad de Ciencias Sociales, UBA.
- Freeman, C. (2003). “El sistema nacional de innovación en perspectiva histórica”, en Chesnais, F. y Neffa, J. (eds.), *Sistemas de innovación y política tecnológica*, Buenos Aires: CEIL-PIETTE.
- Gordon, A. (2004). “La universidad bajo el nuevo paradigma sobre el Estado y la educación superior”, *La Argentina Reciente*, n° 2, Buenos Aires: Carrera de Ciencia Política, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.
- Gordon, A. (2007). “El rol de las políticas del conocimiento en las estrategias de desarrollo: las políticas de recursos humanos en ciencia y tecnología (RHCT) en Argentina y Colombia”, presentación en el Latin American Studies Association (LASA) XXVII International Congress, Montreal, Canadá, 5 al 8 de septiembre.
- Gordon, A. (2008). “Tensiones entre ilustración y modernización en la Universidad de Buenos Aires: reformismo y desarrollismo entre 1955 y 1966”, en Naishtat, F. y Aronson, P. (eds.), *Genealogías de la universidad contemporánea. Sobre la ilustración, o pequeñas historias de grandes relatos*, Buenos Aires: Biblos.
- Gordon, A. (2011). “Las políticas de ciencia, tecnología y educación superior en el período 2003-2010 en Argentina: continuidades y rupturas con

- el legado de los noventa”, *Revista Sociedad*, n° 29-30, Buenos Aires, Facultad de Ciencias Sociales, UBA.
- Gordon, A. y Molotja, N. (2011). “The tale of two innovation systems: A comparative analysis of Argentina’s and South Africa’s National Systems of Innovation”, 9th GLOBELICS Conference, Buenos Aires, 15 al 17 de noviembre.
- Halperín Dongui, T. (1962). *Historia de la Universidad de Buenos Aires*, Buenos Aires: Eudeba.
- Herrera, A.O. (1995). “Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita”, *Revista REDES*, n° 5, Buenos Aires.
- Hurtado, D. (2010). *La ciencia argentina. Un proyecto inconcluso. 1930-2000*, Buenos Aires: Edhasa.
- Hurtado, D. y Feld, A. (2008). “Los avatares de la ciencia”, *Revista Nómada*, año 2, n° 12, San Martín: Universidad Nacional de San Martín.
- Katz, J. (2000). *Reformas estructurales, productividad y conducta tecnológica en América Latina*, Santiago de Chile: CEPAL.
- Katz, J. (2007). “Cambios estructurales y desarrollo económico: ciclos de creación y destrucción de capacidad productiva y tecnológica en América Latina”, *Revista de Economía Política de Buenos Aires*, Facultad de Ciencias Económicas, UBA.
- Kosacoff, B. (1994). “La industria argentina: un proceso de reestructuración desarticulada”, Documento de Trabajo n° 53, Buenos Aires: CEPAL.
- Krotsch, P. (2001). “Expansión, diferenciación y complejización de la educación superior en América Latina y Argentina”, en *Educación superior y reformas comparadas*, Bernal: Universidad Nacional de Quilmes. Segunda edición: agosto de 2003.
- Kulfas, M. (2009). “Cambio de régimen y dilemas del largo plazo. La economía argentina entre 2003 y 2007”, Primer Congreso Anual de AEDA, Buenos Aires, 24 y 25 de agosto.
- Lalouf, A. y Thomas, H. (2004). “Desarrollo tecnológico en países periféricos a partir de la cooptación de recursos humanos calificados. Aviones caza a reacción en la Argentina”, *Convergencia*, año/vol 11, n° 35, mayo-agosto, Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Lugones, G.; Peirano, F. y Gutti, P. (2006). “Potencialidades y limitaciones

- de los procesos de innovación en Argentina”. Documento de trabajo REDES. Centro de estudios sobre ciencia, desarrollo y educación superior, Buenos Aires.
- Lugones, G.; Suarez, D. y Moldovan, P. (2008). “Innovation, competitiveness and salaries: a model of combined growth at the firm level”, *Globelics* México, México D.F., 22 al 24 de noviembre.
- Lundvall, B. (2009). *Sistemas nacionales de innovación. Hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción*, Buenos Aires: UNSAM.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) (2011). *Documento Ejecutivo Indicadores en Ciencia y Tecnología Año 2010*, Dirección Nacional de Información Científica, Buenos Aires: MINCYT.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) (2012). *Argentina Innovadora 2020. Plan nacional de ciencia, tecnología e innovación. Lineamientos estratégicos 2012-2015*, Buenos Aires: MINCYT.
- Nelson, R. y Rosenberg, N. (1993). *National Innovation Systems*, Nueva York: Oxford University Press.
- Nun, J. (1995). “Argentina: el Estado y las actividades científicas y tecnológicas”, en *Redes*, 2 (3), Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, 59-98.
- Oszlak, O. y O'Donnell, G. (1995). “Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación”, *Redes*, N° 4, Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Polanyi, M. (1962). “The republic of science, its political and economic theory”, *Minerva*, n° 1, 54-73.
- Porta, F. y Fernández Bugna, C. (2008). “El crecimiento reciente de la industria argentina. Nuevo régimen sin cambio estructural”, en Kosacoff, B. (ed.), *Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina 2002-2007*, Santiago de Chile: CEPAL.
- Porta, F. y Fernández Bugna, C. (2012). “La industria manufacturera: trayectoria reciente y cambios estructurales”, en Mercado, R.; Kosacoff, B. y Porta, F. (eds.), *La Argentina del largo plazo: crecimiento, fluctuaciones y cambio estructural*, Buenos Aires: PNUD.
- Red de Indicadores en Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICyT) (2012). *Principales indicadores de ciencia y tecnología 2012*, Buenos Aires: RICyT. [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org)

- SECyT (1997). *Plan Nacional Plurianual de Ciencia y Tecnología 1998-2000*, Buenos Aires: SECyT.
- Suasnábar, C. (2004). *Universidad e intelectuales: educación y política en la Argentina (1955-1976)*, Buenos Aires: FLACSO-Manantial.
- Suasnábar, C. y Rovelli, L. (2010). “Impensar las políticas de educación superior en la Argentina reciente”, en Rinesi, E.; Chiroleu, A. y Marquina, M. (coords.) *Educación superior y kirchnerismo: las políticas para el sector durante el período 2003-2010*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Williamson, J. (ed.) (1990). *Latin American adjustment: how much has happened?*, Washington: Institute for International Economics.



# Promoción de la innovación e incorporación de soluciones tecnológicas en micro, pequeñas y medianas empresas

Análisis de la metodología y resultados (2008-2010) del Programa de Modernización Tecnológica (PMT) de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

CARLOS GERÓNIMO GIANELLA\*  
ALBERTO NICOLÁS BRIOZZO\*\*  
SERGIO CHESLER\*\*\*

---

## Tecnología, pymes y rol del Estado

La revolución de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el cambio de paradigma

Cada vez que se produce una *revolución tecnológica* se genera tanto un nuevo sector productivo como un patrón de difusión del nuevo paradigma que impacta transversalmente en todo el sistema. Por ejemplo, en la segun-

---

\* Centro de Economía de la Innovación y del Desarrollo, Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina.

\*\* Director del Centro de Economía de la Innovación y del Desarrollo, Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Centro de Economía de la Innovación y del Desarrollo, Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina.

da mitad del siglo XIX, la creación y distribución masiva de la electricidad y la invención del motor eléctrico generaron una industria nueva, pero a su vez impactaron decisivamente en todos los sectores productivos y fueron la base para la producción en serie y masiva, el fordismo.

Podríamos decir que la actual revolución de las TIC comienza con la invención del microprocesador, en 1971, y a partir de allí se desarrolla un proceso que se repite en todas las revoluciones tecnológicas, con una fase de instalación, ya finalizada, y otra de difusión, actualmente en curso.

Hoy podemos coincidir en que:

...algunos de los cambios implicados en la adopción del paradigma de las TIC están siendo aceptados gradualmente, convirtiéndose en lugares comunes. Las redes descentralizadas con un centro coordinador reemplazan a las pirámides cerradas, centralizadas y controladas; la mejora continua y la innovación están reemplazando las prácticas anteriores según rutinas estables y cambio planificado; nociones como la de capital humano y la de los poderes creadores de valor del conocimiento y la experticia están desplazando la visión del personal como “recursos humanos”.<sup>1</sup>

Como decíamos, la revolución de las TIC está en su período de despliegue, que es cuando su poder para aumentar la productividad y facilitar la innovación se difunde hacia la totalidad del aparato productivo; pero especialmente a las pymes, ya que las grandes corporaciones, con mayor capacidad de gestión, pudieron en general reconvertirse más rápidamente para adaptarse al nuevo paradigma.

Por eso las empresas aisladas no pasan bien en el paradigma de las TIC. Ya los proveedores, clientes y competidores no están al alcance de la mano. Y además se produjo una triple segmentación: la de los mercados, las cadenas de valor y la tecnología, que necesita respuestas adecuadas y el aprovechamiento de las ventanas de oportunidad que van apareciendo, y que son un blanco móvil.

## El rol del Estado y las instituciones

La compleja y segmentada estructura de los mercados plantea la necesidad de pasar de la etapa de “industrialización” como cima del desarrollo a la

---

1 Pérez, C. (2010). “Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina”, *Revista de la CEPAL*, n° 100.

necesidad de comenzar a emplear el término “tecnologización” para referirse a las posiciones más ventajosas en los mapas mundiales del mercado.

Para avanzar en este sentido, es necesario coordinar y articular tres sectores complementarios: a) el aprendizaje en el sector público, ya que solo una estructura gubernamental competente y bien articulada puede conducir una economía sofisticada moderna; b) el sistema educativo, que deberá continuar con su actualización y adecuación en cuanto a sus métodos y comportamientos, así como en el contenido técnico, y c) el aprendizaje del sector empresarial, en la medida necesaria en cada caso para aumentar gradualmente sus capacidades innovativas y de incorporación de soluciones tecnológicas.

En la Argentina, tanto el Estado nacional como el de la provincia de Buenos Aires han creado en las últimas dos décadas organismos y leyes específicos para apoyar el desarrollo empresario, en especial de las pymes, a saber:

- Ley de promoción y fomento de la innovación tecnológica;
- Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica;
- Ley de promoción de pymes ;
- Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa;
- Ministerio de la Producción en la provincia de Buenos Aires;
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva;
- Ministerio de Producción de la Nación.

Hoy podemos decir que existe una oferta variada, considerable y con distintos niveles de impacto hacia el tejido pyme. Desde ese punto de partida, también parece conveniente analizar la posibilidad de un impacto más adecuado a las necesidades de la próxima década, que incluya a aquellas empresas que no forman parte de la “élite” que concurre en forma espontánea para presentarse a los programas que ofrece el Estado.

## Los problemas de las pymes para “tecnologizarse”

¿Cómo accede una pyme a las nuevas tecnologías? En general, por vendedores, a través del mercado oferente de productos. Cuando las pymes tienen capacidad de gestión, esta metodología se muestra eficiente y genera un aumento de la competitividad.

¿Qué pasa con el resto de las pymes que, en general, están en el territorio aisladas de todo vínculo institucional o red de innovación? Una mayoría de

esas empresas tiene un nivel de sensibilización hacia las nuevas tecnologías razonable, ha incorporado productos o servicios a través de vendedores, pero ese hecho no ha impactado en su nivel de competitividad, y en general subutiliza ese equipamiento.

Si observamos el lado de la oferta de tecnología, el panorama no ayuda mucho. Está demasiado segmentada, cada empresa ofrece sus productos, el costo de contacto con las pymes del territorio es alto y pocas veces se observan y dan respuestas a las necesidades reales de la empresa y a la potenciación de su negocio.

Esta “falla del mercado” es lo que justifica la intervención del Estado. Estamos convencidos de que el Estado puede y debe facilitar la incorporación de soluciones tecnológicas a ese rango de pymes y a esos fines se orienta la metodología del programa que vamos a describir a continuación.

## **El Programa de Modernización Tecnológica (PMT)**

### La metodología del PMT

El programa fue diseñado teniendo en cuenta las anteriores consideraciones y su objetivo es facilitar la incorporación de soluciones tecnológicas e informáticas en micro, pequeñas y medianas empresas de la provincia de Buenos Aires. El punto de partida son dos cuestiones metodológicas centrales:

- En lugar de publicar el programa y esperar que las pymes “vengan”, la metodología permite “llegar” a las empresas desde el territorio y que participen muchas que nunca accedieron a ningún beneficio de las políticas activas del Estado.
- El punto de partida son las necesidades detectadas por consultores senior a través de un diagnóstico tecnológico, y a partir de allí ayudarlas a elaborar el proyecto que resuelva esa necesidad.

Esta metodología, que denominamos *problema-solución*, sumada a la implementación de una solución tecnológica elaborada de acuerdo con las necesidades y el perfil del negocio de la empresa, es lo que provoca un real aumento de la competitividad. El esquema de trabajo planteado puede verse en el siguiente gráfico:



## Las unidades ejecutoras del PMT

La manera más sencilla de ejecutar la metodología propuesta es utilizando los recursos ya disponibles en la sociedad: agencias de desarrollo locales, universidades, cámaras empresarias, ONG vinculadas al desarrollo territorial, etcétera. Estas entidades tienen relaciones de proximidad con las pymes y pueden cumplir la tarea de interfaz entre el programa y las empresas. La Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) les reconoce el “costo de contacto” a partir de subsidiar el relevamiento y diagnóstico tecnológico de las empresas. También se les exige un porcentaje mínimo de implementaciones porque el objetivo no es reunir información, sino impactar en las pymes con proyectos de mejora tecnológica. A las unidades ejecutoras que no cumplen con esa exigencia no se les renueva el contrato de subsidio para nuevos relevamientos y diagnósticos.

Las unidades ejecutoras seleccionan a los consultores que realizan la tarea de campo con las empresas. La figura del consultor, y su capacidad para dialogar con el empresario y detectar las necesidades tecnológicas, es clave para el éxito del programa. A su vez, cuando el empresario percibe que no está frente a un vendedor, sino dialogando con un par que quiere entender sus problemas y ayudarlo, su actitud es claramente favorable para describir el problema y ver las posibles soluciones.

De todos modos, una vez realizado el diagnóstico tecnológico, como primer producto o “entregable” a la empresa (en forma gratuita) se abren dos posibilidades:

- La empresa recibe el diagnóstico, es consciente de sus necesidades, pero por distintos motivos no quiere por el momento realizar ninguna mejora.
- La empresa decide implementar un proyecto de mejora tecnológica. En este último caso, el consultor tiene el abanico de posibilidades

que le ofrecen tanto los programas de la CIC como la diversa oferta existente en los programas nacionales o provinciales.

### Los oferentes de soluciones (públicos y privados)

Ya nos referimos a la enorme diferencia que existe entre llegar a una pyme con un producto o una solución. Un producto, en general, resuelve el problema de cumplimiento de la meta trimestral del canal, vendor u empresa oferente. Una solución se articula y resuelve un problema de la empresa que la demanda para potenciar su modelo de negocio.

Entre los oferentes del mercado tecnológico, hay vendedores de productos y de soluciones. En el marco de las tareas del programa, fuimos detectando y “homologando”, a través de la página [www.tecnopymeactiva.com.ar](http://www.tecnopymeactiva.com.ar), treinta empresas oferentes de soluciones: software, telecomunicaciones, ahorro de energía, etcétera.

También es interesante la oferta de soluciones del sector público a través de los centros CIC, del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), las universidades. Oferta que es mucho más valiosa cuando cubre nichos de vacancia en el mercado o cuando realiza desarrollos específicos y a medida de las necesidades puntuales de una pyme.

Este cambio cultural del mercado oferente, que enfatiza el hecho de estudiar las necesidades de una empresa, integra y articula la solución con el negocio, será clave para resolver en el mediano y largo plazo el problema de la inserción de tecnología en las empresas.

### Resultados del Programa

En tres años de trabajo, a través de 40 unidades ejecutoras, se realizó el diagnóstico tecnológico de 2120 empresas y se implementaron proyectos en 1015. El nivel de impacto, del 45% de las empresas diagnosticadas, es sensiblemente superior al estimado inicialmente y está muy relacionado con la calidad de las unidades ejecutoras que se fueron seleccionando para la realización del proyecto.

En este tiempo de trabajo se pudo afirmar la metodología y capacitar a los consultores de las unidades ejecutoras para que trabajen con el concepto problema-solución. Hay muchas unidades ejecutoras en lista de espera y hoy podemos decir que el único límite para la ejecución del programa en

una mayor escala son los recursos disponibles, tanto en crédito fiscal como en aportes no reembolsables.

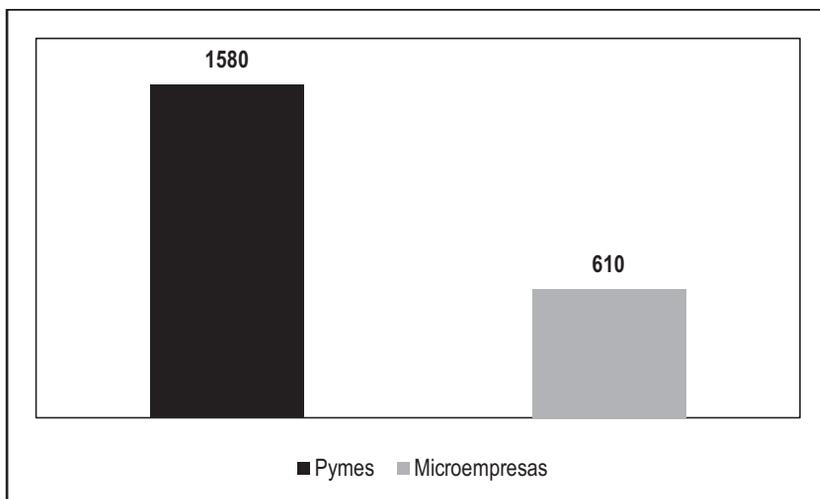
Al realizar una evaluación externa del programa, se realizó también un estudio de impacto económico en cada empresa antes y después de la ejecución del programa. Es interesante observar tanto el crecimiento del empleo como de la facturación y cómo esto se traduce en una mayor recaudación impositiva. ¿Será este un indicio claro y suficiente como para poder escalar este y otros programas para que verdaderamente impacten con fuerza en la economía?

También se ofrece en este artículo un estudio de los niveles de innovación, tanto en los proyectos de mejora como en crédito fiscal ya que uno de los objetivos centrales del programa es avanzar decididamente desde los procesos de modernización (incorporación de tecnología existente) hacia otros más avanzados de innovación, de producto o proceso.

## **Análisis de los resultados del programa**

### Características de las empresas relevadas

Gráfico 1. Tipo de empresas relevadas



La clasificación de “pyme” y “microempresa” toma como referencia la realizada por la Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y Desarrollo Regional, calculada tomando como base los niveles de facturación de las empresas, tal como se muestra en la tabla que se presenta a continuación.

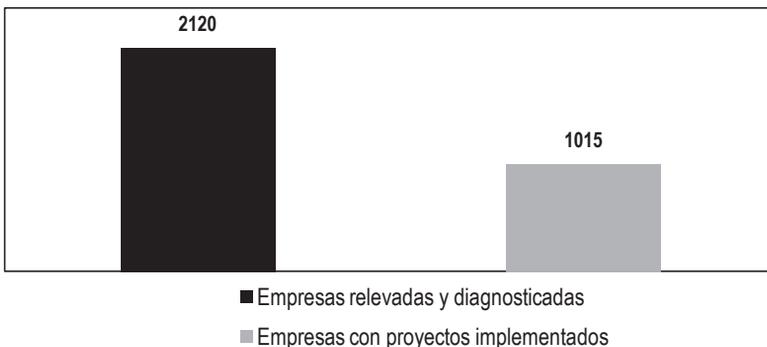
Tabla 1. Categorías de empresas por nivel de facturación

Tipo de empresa	Industria	Comercio	Servicios	Construcción
Microempresa	\$1.800.000	\$2.400.000	\$590.000	\$760.000
Pequeña empresa	\$10.300.000	\$14.000.000	\$4.300.000	\$4.800.000
Mediana empresa	\$82.200.000	\$111.900.000	\$28.300.000	\$37.700.000

Es importante destacar que hay dos tipos de planillas de relevamiento y diagnóstico: uno que se aplica a empresas pymes y otro a microempresas. El primero es más extenso, es realizado por un consultor senior y puede derivarse en la etapa de implementación del proyecto a los programas del Estado nacional o provincial.

Relación entre empresas diagnosticadas y proyectos implementados

Gráfico 2. Relación entre empresas diagnosticadas y proyectos implementados



La primera observación importante en relación con el gráfico precedente es el **alto** porcentaje de proyectos implementados en relación con las empresas visitadas (el 45%). Esto tiene una primera explicación, que es el nivel de capacitación que reciben las unidades ejecutoras y sus consultores, en especial para que trabajen con el concepto de problema-solución.

Esto supone que el punto de partida son las “necesidades” tecnológicas de las empresas y no la disponibilidad de determinado programa de crédito y/o subsidio que ofrezca un organismo público. En este sentido, fue muy importante el trabajo de campo en el acompañamiento de los consultores y la capacitación in situ. Así, el relevamiento, en lugar de ser una “encuesta”, se transformó en una herramienta para generar un diálogo enriquecedor con el empresario.

Además, cuando el gerente o dueño de una empresa entrevistada entiende que no está en presencia de un “vendedor” de tecnología, sino de alguien que quiere entender sus necesidades y ayudarlo, su actitud es de apertura y confianza. Y hay que escucharlo. Porque una cosa es que ese empresario no conozca el “estado del arte” de la tecnología o gestione la empresa con métodos precarios, pero, a no confundirse, es una persona que entiende su negocio, que soportó una o varias crisis estructurales de la Argentina y mantiene la empresa en marcha y, sobre todo, tiene muy en claro sus debilidades, fortalezas y posibles oportunidades. No se trata de ir a “enseñarle” nada. Hay que escucharlo, entenderlo y ver cómo la tecnología puede potenciar su modelo de negocio y generar mayor sustentabilidad en su empresa.

También el alto índice de la relación diagnóstico-implementación se debe a que, en algunos casos, desde las unidades ejecutoras se visitan empresas de las que de antemano se conoce que existe alguna necesidad o que el empresario tiene un nivel de sensibilización con respecto a la incorporación de tecnología que facilite la concreción de un proyecto.

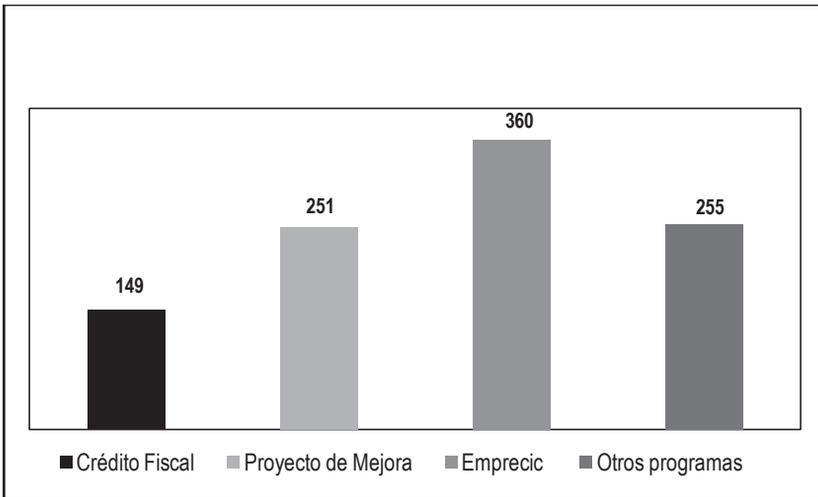
En este sentido, los datos incluidos en este informe no tienen un carácter muestral, aunque pueden ser de utilidad para extraer valiosas conclusiones acerca de cómo resolver el problema de la tecnologización de un segmento de empresas que habitualmente no participa de la oferta de programas del Estado.

### Adecuación de las necesidades a la oferta de programas de los Estados nacional y provincial

La persona que visita a la empresa conoce toda la oferta de programas o “ventanillas” disponibles en ese momento, tanto los que ofrece la CIC

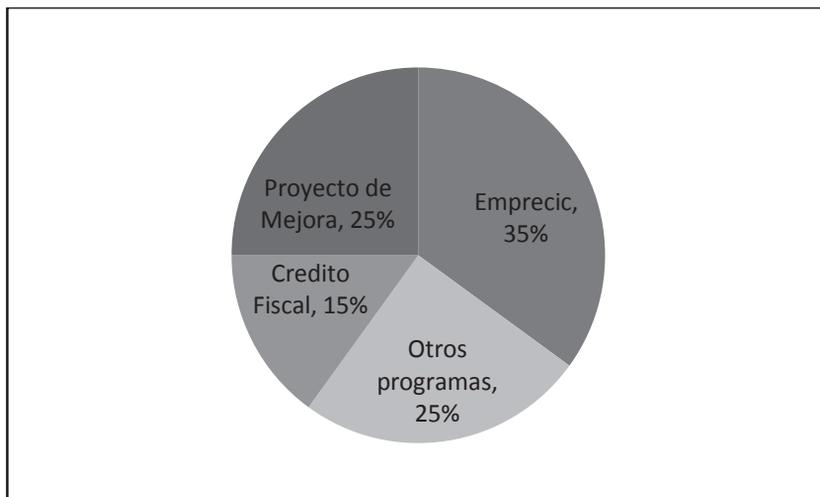
(Crédito Fiscal, Proyectos de Mejora y Emprecic) como los del resto de los organismos públicos nacionales y provinciales (otros programas). De ese modo, se articula la necesidad detectada con el programa de subsidio o crédito más apropiado, y esto es un gran incentivo para que el empresario tome la decisión de implementar la mejora tecnológica propuesta. En el gráfico 3 se visualizan los distintos programas utilizados.

Gráfico 3. Tipos de proyectos



En el gráfico 4, vemos la misma relación pero en porcentajes de utilización de cada uno de los programas. A medida que la implementación del PMT fue avanzando, aumentó significativamente el componente “Otros programas”.

Gráfico 4. Tipos de proyectos (en porcentaje)



Para el presente año, está previsto que ese componente supere el 50% teniendo en cuenta la gran disponibilidad de oferta de créditos y aportes no reembolsables existentes tanto en el Estado nacional como en el de la provincia de Buenos Aires. También es importante el mayor conocimiento y la práctica de los consultores de las unidades ejecutoras para la mejor utilización de esos programas disponibles.

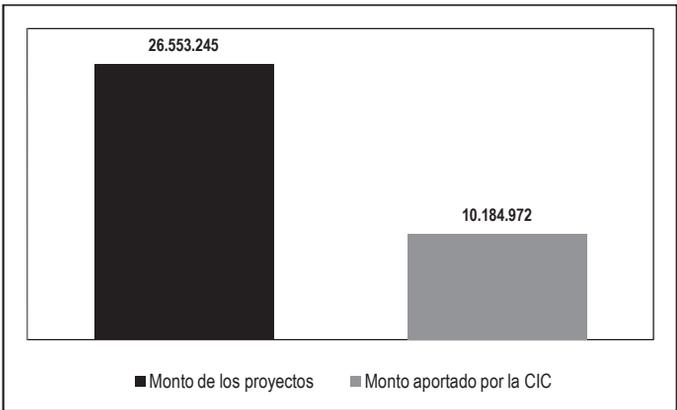
### **Los programas de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la provincia de Buenos Aires**

La CIC dispone de programas propios para fomentar la innovación e incorporación de soluciones informáticas en pymes; describiremos brevemente cada uno de ellos y su impacto en los años 2008 a 2010.

#### **El Programa Crédito Fiscal**

Este programa fue creado por ley provincial y la CIC es la autoridad de aplicación. Otorga bonos para cancelación del Impuesto a los Ingresos Brutos, hasta el 50% del monto del proyecto y hasta \$100.000. Hasta el mes de mayo de 2011, se ejecutaron 149 proyectos con los montos consignados a continuación.

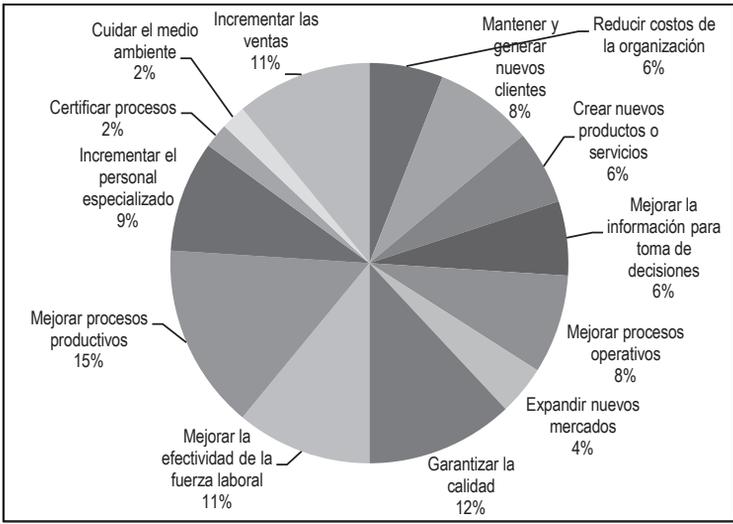
Gráfico 5. Programa Crédito Fiscal



Es importante destacar que más del 60% del costo del proyecto es aportado por las empresas, que, en el 90% de los casos, nunca habían solicitado un programa del Estado.

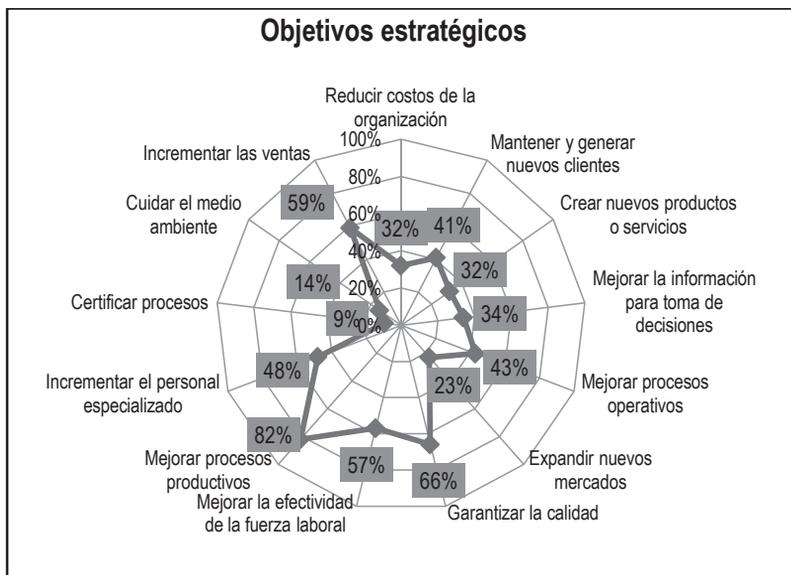
En el gráfico 6 se muestra un análisis de los impactos identificados en los 149 proyectos implementados.

Gráfico 6. Distribución del impacto de los proyectos implementados



Cuando analizamos el cumplimiento de los objetivos estratégicos, vemos que el aumento de la facturación aparece en el 82% de las empresas. Un 66% se relaciona con la calidad de los productos; el 59%, con el incremento de las ventas y el 57%, con la mejora de la eficiencia de la mano de obra.

Gráfico 7. Objetivos estratégicos

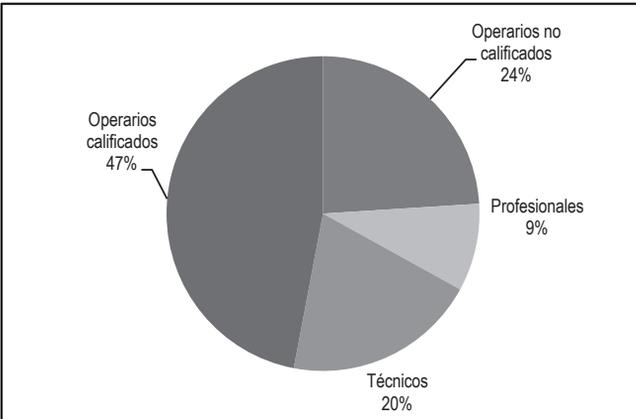
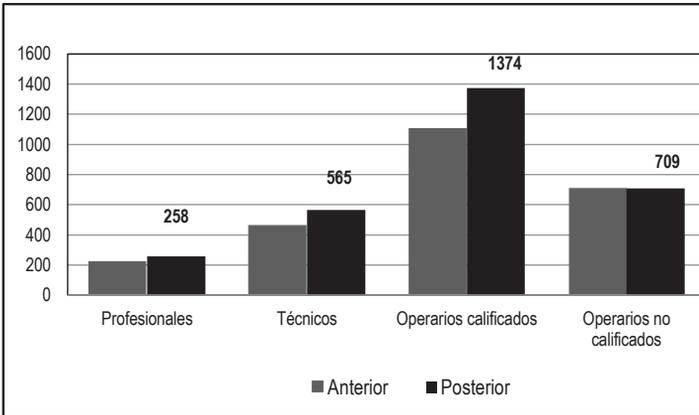


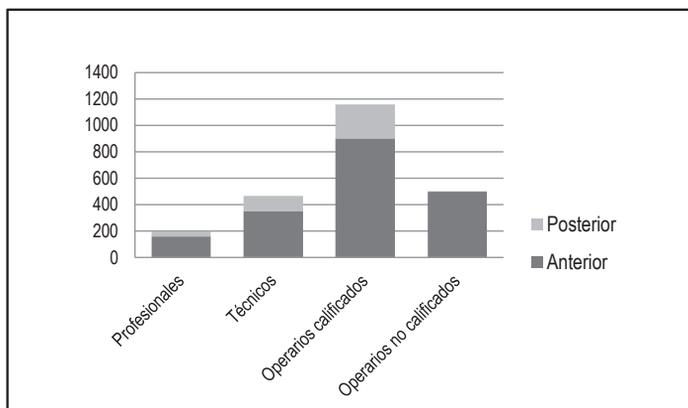
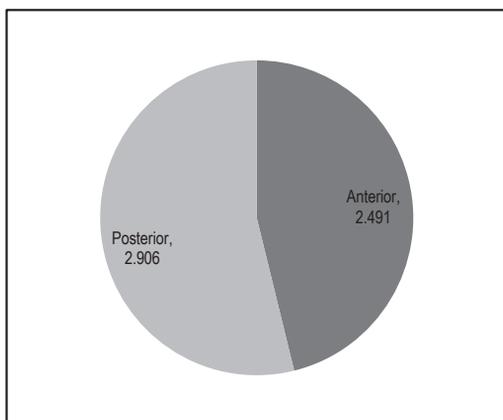
Este programa se ejecuta bajo la modalidad de ventanilla abierta a partir del año 2008 (hasta ese momento se realizaba por concurso). Esta modalidad permite que, desde que un proyecto completa su presentación formal hasta que es aprobado por el Directorio de la CIC, transcurran entre dos y cuatro semanas (anteriormente, entre la etapa de presentación más la de evaluación, el tiempo era de siete a ocho meses). Este es un aspecto clave para que muchas empresas que nunca han participado de programas del Estado, y que tienen siempre alguna desconfianza en relación con lo que ese Estado les puede ofrecer, tomen la decisión de elaborar y presentar un proyecto.

Como resultado de los proyectos, hay un claro fomento a la incorporación de mano de obra calificada, sobre todo operarios y técnicos, lo que implica un alto grado de mejora de las capacidades de los recursos en las pymes.

La incorporación de estos recursos le da sustento al crecimiento no solo a nivel de productividad, sino también de generación de nuevas fuerzas de trabajo y sinergias con programas de capacitación implementados por el gobierno provincial.

Gráficos 8, 9, 10 y 11. Impacto de los proyectos en la mano de obra





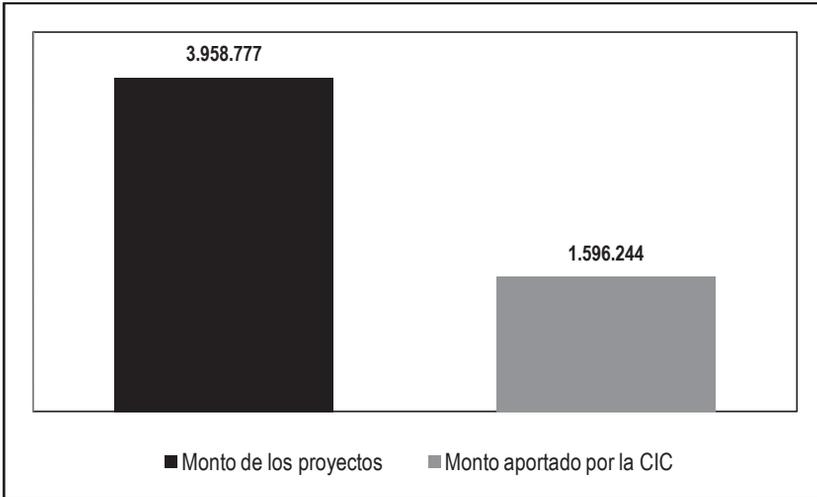
El promedio de nuevos recursos contratados por las 149 empresas es de seis personas. Existe también una contratación temporal de un recurso profesional calificado adicional durante la ejecución del proyecto que, en promedio, ronda los 10 meses (y que no se incluyó en los gráficos precedentes). En otro gráfico veremos el impacto de los programas de Crédito Fiscal tanto en el nivel de facturación de las empresas como en su mayor aporte tributario.

### El Programa de Mejora Tecnológica

Este programa promueve proyectos de innovación y modernización tecnológica cuyo costo total no exceda los \$30.000 otorgando un aporte

no reembolsable de hasta el 40% del proyecto (\$12.000). Entre los años 2008 y 2010 se implementaron 251 proyectos, cuyos importes y aportes de la CIC se muestra a en el gráfico 12.

Gráfico 12. Programa de Mejora Tecnológica



El objetivo central del programa es que las empresas que están muy retrasadas en la incorporación de tecnología comiencen con un proceso de cambio que mejore su competitividad y sustentabilidad. Las empresas que solicitaron Proyectos de Mejora marcan respecto del objetivo perseguido una significativa concentración en mejorar el proceso productivo.

Dentro de esta segmentación, se puede identificar:

- proyectos destinados a la fabricación y comercialización de nuevos productos o mejora en los productos existentes en un 13%;
- proyectos destinados a mejorar o desarrollar nuevos procesos en la mejora de la calidad o eficiencia productiva en un 74%;
- un 13% enfocado a consolidar no solo la mejora en el proceso productivo, sino también en lo comercial y marketing.

Gráfico 13. Cantidad de PM por área de mejora

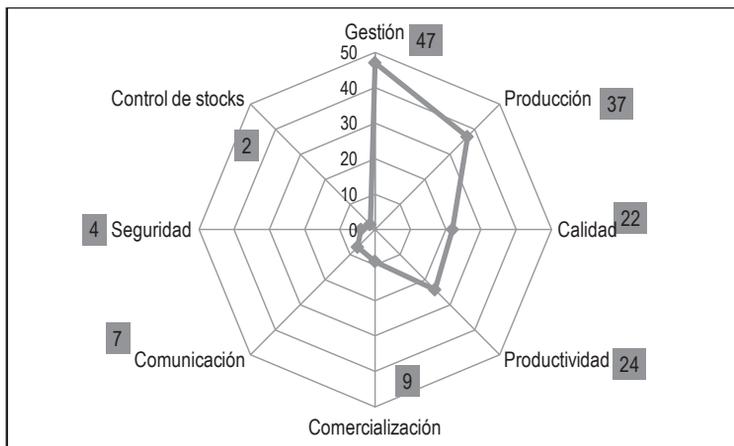
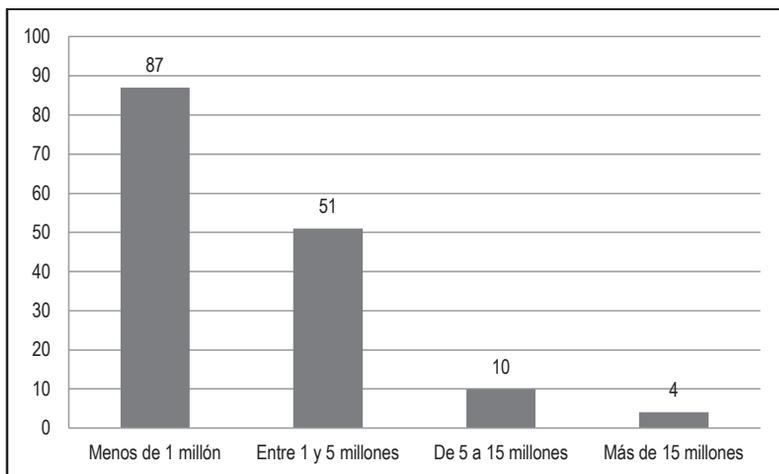


Gráfico 14. Cantidad de proyectos por nivel de facturación de la empresa



En este último gráfico se muestra claramente la mayor utilización del programa en empresas pequeñas, y en la mayoría de los casos significó un primer paso hacia una etapa de incorporación de tecnología existente para mejorar la gestión y los procesos.

En la innovación por tipo de mejora predomina la aplicación del subsidio a la mejora en los procesos productivos en un 26%, en la gestión en un 28% y en la mejora de la eficiencia de la operación en un 15%. La calidad juega un papel importante que luego se verá reflejado en el crecimiento de las ventas.

Los resultados de aplicación de los programas de mejora demuestran que las pymes lograron un grado de eficiencia en sus procesos que les dio sustentabilidad operativa, pero, al mismo tiempo, con la compra de TIC, un 53% destinado a software empaquetado y un 17% a soluciones a medida, lograron generar impacto en otros sectores de la cadena de valor de la economía.

Gráfico 15. Aplicación de PM por tipo de mejora

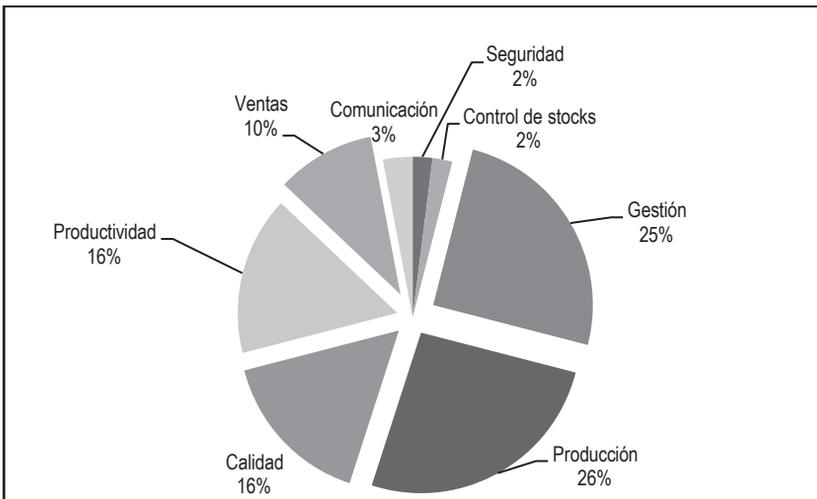
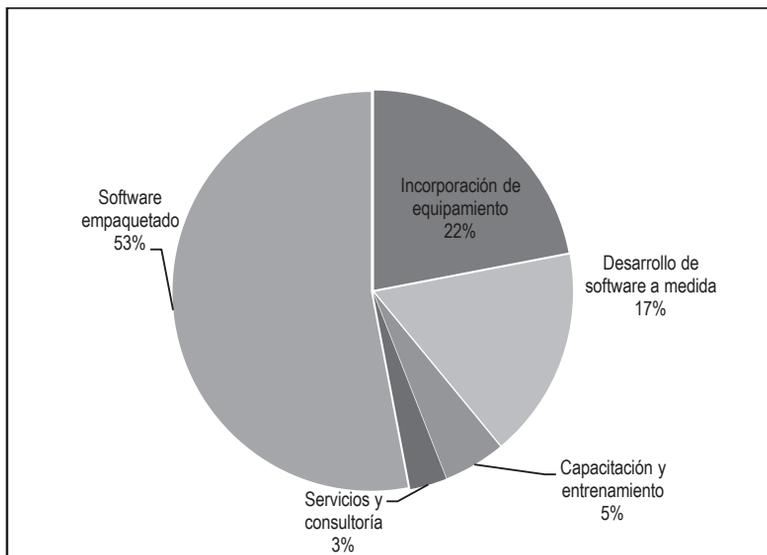
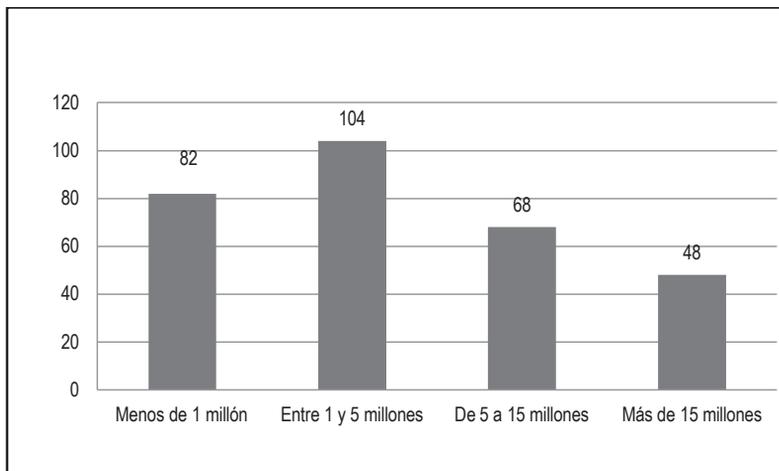


Gráfico 16. Aporte del PMT dentro del proyecto



Como consecuencia de la implementación de los proyectos de mejora tecnológica, las empresas incrementaron su personal en un 12%, hecho que representa un total de 302 personas adicionales.

Gráfico 17. Nueva mano de obra por tamaño de empresa

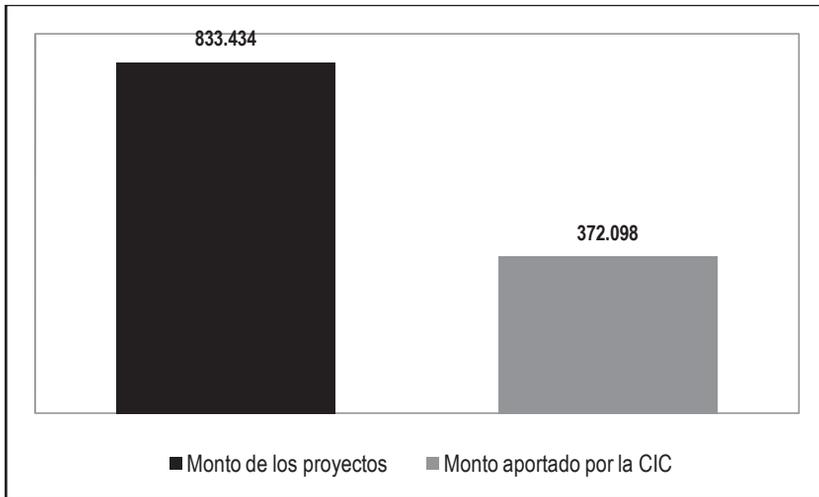


Hay que consignar que estos datos relacionados con los Proyectos de Mejora se originan en el análisis anterior y posterior a la ejecución del proyecto, realizado por encargo de la CIC a la consultora Tecsenor S.A.

### El Programa Emprecic

Este programa fue creado por la CIC para dar respuesta a las necesidades de incorporación de tecnologías de la información y telecomunicaciones en microempresas de los sectores de comercio, industria y servicios. Se realiza un relevamiento y diagnóstico sencillo de la empresa en relación con el equipamiento y utilización de TIC y, si es necesario, se le recomienda la implementación de un proyecto de mejora cuyo valor es subsidiado por la CIC hasta un 50%.

Gráfico 18. Programa Emprecic (microempresas)



El monto máximo aportado por la CIC es de hasta \$1200 y, como se dijo, de hasta el 50% del proyecto; hasta el año 2010 se ejecutó un total de 360 proyectos. Es importante ahora visualizar en su conjunto el impacto de los proyectos implementados y sus consecuencias en la mayor recaudación impositiva.

## Síntesis del impacto económico y fiscal de los programas implementados

El aumento de los puestos de trabajo y de la facturación, medidos antes y después de la implementación de los proyectos, muestra claramente el impacto desde el punto de vista de la mayor recaudación impositiva del Estado provincial, en especial en lo relacionado con el Impuesto a los Ingresos Brutos y los aportes patronales.

Tabla 2. Síntesis del impacto económico y fiscal de los programas

Tipo de programa	Cantidad de proyectos	Costo total de los proyectos	Aporte de la CIC (\$)	Nuevos puestos de trabajo	Aumento de la facturación (\$)	Aumento en Ingresos Brutos (\$) (\$)	Aumento en otros impuestos (\$)
<i>Crédito Fiscal</i>	149	26.553.245	10.184.972	506	253.906.986	8.886.731	4.792.833
<i>Proyectos de Mejora</i>	251	3.958.777	1.596.244	386	58.244.629	2.038.562	1.673.333
<i>Emprecic</i>	360	833.434	372.098	98	11.286.532	394.934	170.946
<i>Otros programas</i>	255	13.206.000	0	358	289.820.690	10.143.724	4.365.248
<b>Total</b>	<b>1.015</b>	<b>44.551.456</b>	<b>12.153.314</b>	<b>1.348</b>	<b>613.258.837</b>	<b>21.463.951</b>	<b>11.002.360</b>

Estos datos son importantes porque demuestran el nivel de sustentabilidad del programa analizado. En efecto, si analizamos solamente el “gasto” de la CIC en bonos para cancelar el Impuesto a los Ingresos Brutos (\$10.184.972) y lo comparamos con la mayor recaudación generada por el aumento de la facturación de las 149 empresas que implementaron proyectos (\$8.886.731), notamos un gran recupero de la inversión realizada. Si a esto le agregamos la mayor recaudación del impuesto en la totalidad de los proyectos (\$21.463.951), vemos que estamos más que duplicando el gasto realizado.

## Conclusiones

Latinoamérica tiene por delante una “ventana de oportunidad” producto del aumento de la demanda (y consecuente valorización) de productos primarios y, por lo tanto, del ingreso de divisas que resuelvan su crónico “estrangulamiento externo”. Este fenómeno, que va acompañado de estabilidad política e institucional, ha creado las condiciones para un crecimiento sostenido en la última década.

Si consideramos que este fenómeno puede ampliarse en la presente década, el desafío será convertir ese crecimiento en desarrollo. Eso supone un nivel más alto de inclusión, no solo a nivel individual o social, sino también en lo relacionado con las pymes.

Por ese motivo, el programa que hemos expuesto brevemente tiene como principal objetivo aumentar el nivel de sustentabilidad de las pymes que hasta el presente no han aprovechado la inmensa oportunidad para mejorar la gestión e insertarse a nivel global que les brindan las nuevas tecnologías.

Según nuestras estimaciones, el 50% de las pymes no incluidas tiene el nivel de sensibilización necesario con respecto a la tecnología como para incorporarla, pero necesita de una persona que haga de interfaz entre la oferta del Estado (créditos y subsidios), las soluciones tecnológicas disponibles y las necesidades de cada una de las empresas.

El Programa de Modernización Tecnológica de la CIC demostró, en la práctica y con resultados concretos, que esto es posible y que la metodología es apropiada. El mayor impacto, en cantidad de proyectos implementados, solo depende de los recursos que se destinen al programa.

Y para que esta iniciativa tenga continuidad en el tiempo, se está conformando la Comunidad Tecnopyme Activa ([www.tecnopymeactiva.com.ar](http://www.tecnopymeactiva.com.ar)). Esta es la versión virtual de la comunidad que venimos construyendo:

Estado, agencias de desarrollo, consultores, empresas oferentes de soluciones tecnológicas y pymes de la demanda.

Creemos que con iniciativas de este tipo, esta vez Latinoamérica, la Argentina y la provincia de Buenos Aires no desaprovecharán la oportunidad de construir sociedades con crecimiento, desarrollo e inclusión.



**I.2. LA DINÁMICA MICRO  
DE LOS PROCESOS DE INNOVACIÓN:  
DETERMINANTES, RESULTADOS Y DESEMPEÑO**



# Determinantes de la innovación: evidencia de firmas manufactureras argentinas

DARÍO MILESI\*

NATALIA PETELSKI\*\*

VLADIMIRO VERRE\*\*\*

---

## Introducción

El debate acerca de los determinantes de la innovación –factores que favorecen la presencia e intensidad de los esfuerzos y los resultados de la actividad innovadora– ha alimentado una extensa literatura en los últimos años. Si bien a nivel conceptual no existe consenso sobre los determinantes de la actividad innovadora, la literatura evolucionista ha identificado un conjunto de factores empresariales, sectoriales y sistémicos que contribuyen a explicar el comportamiento innovador de las empresas. Este trabajo estudia los determinantes de la innovación de las firmas manufactureras argentinas partiendo de un marco de análisis que considera en forma conjunta los principales factores explicativos sugeridos por esta literatura. Para ello, se utilizan datos de la Tercera Encuesta de Innovación Argentina (INDEC, 2006) y se definen indicadores que

---

\* Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina.

\*\* Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

reflejan las principales categorías conceptuales mencionadas. El trabajo se organiza del siguiente modo. En la segunda sección se presentan los principales determinantes conceptuales desarrollados en el marco de la literatura evolucionista. La tercera sección presenta un conjunto de trabajos empíricos recientes sobre los determinantes de la innovación en países desarrollados y en desarrollo e identifica las particularidades que asume la temática en diferentes contextos. La cuarta sección presenta la base de datos utilizada y las principales estadísticas descriptivas sobre las inversiones en investigación y desarrollo (I+D) y en maquinaria y equipo (M+E) para luego pasar a la estimación de los modelos especificados para identificar los determinantes de dichas inversiones. La última sección resume los principales resultados y discute sus implicancias para futuras investigaciones y para el diseño de políticas públicas.

### **Marco conceptual para el estudio de los determinantes de la innovación**

Como es sabido, la literatura sobre innovación tiene como principal punto de referencia la obra de Schumpeter. No obstante, solo décadas después de su trabajo seminal, los conceptos sobre innovación comenzaron a desarrollarse sistemáticamente bajo la teoría evolucionista. Los estudios teóricos y empíricos acerca de los determinantes de la innovación han seguido una evolución similar. Los primeros trabajos sobre este tema comenzaron analizando los efectos del tamaño de la firma y su poder de mercado sobre la actividad innovadora de las empresas reflejando la influencia de la obra pionera de Schumpeter. A partir de los años sesenta y setenta, dentro del enfoque evolucionista del cambio técnico, el interés sobre los determinantes de la innovación se orientó inicialmente a la consideración de otros factores empresariales (además de tamaño y poder de mercado), posteriormente se extendió hacia factores sectoriales y, más recientemente, hacia factores sistémicos (Milesi, 2010). A pesar de existir cierto grado de acuerdo sobre la relevancia de cada factor a nivel individual para explicar la actividad innovadora, no existe aún un marco teórico único acerca de los determinantes de la innovación. No obstante, los factores empresariales, sectoriales y sistémicos identificados por la literatura parecen ser altamente complementarios y es por ello que este trabajo se propone considerarlos en forma conjunta y simultánea para el análisis de los determinantes de la innovación en el caso argentino.

## Determinantes empresariales

Dosi *et al.* (1994) sostienen que las firmas son el espacio principal de la acumulación tecnológica y que, si bien sus estrategias innovadoras están influidas por el entorno y los incentivos que enfrentan a nivel sectorial, conservan un cierto margen de discrecionalidad en el que sus habilidades específicas juegan un rol fundamental. En línea con esta afirmación, entre los determinantes empresariales de la innovación, la literatura ha enfatizado tanto las características estructurales de las empresas como sus conductas. Las principales características estructurales de las firmas que la literatura ha considerado al analizar las causas de su conducta innovadora son su tamaño, su poder de mercado, su edad y el origen de su capital. Con respecto al tamaño y poder de mercado se ha desarrollado una amplia literatura que ha intentado probar la denominada “hipótesis schumpeteriana” (Schumpeter, 1942). A partir de los estudios empíricos basados en las ideas schumpeterianas, la hipótesis puede ser caracterizada de la siguiente manera: a) la innovación crece más que proporcionalmente con el aumento del tamaño de la firma, y b) la innovación crece con el aumento del poder de mercado. Sin embargo, considerados en conjunto, los resultados de los trabajos empíricos desarrollados con el objetivo de corroborar la hipótesis no son concluyentes. Siguiendo a Klevorick *et al.* (1995) y a Cohen y Klepper (1996), la evidencia sobre la relación del tamaño de la firma muestra que: a) la probabilidad de invertir en actividades de innovación se incrementa con el tamaño de firma; b) la I+D se incrementa proporcionalmente con el tamaño de la firma; c) el número de innovaciones tiende a incrementarse menos que proporcionalmente en comparación con el crecimiento del tamaño de la firma, y d) la consideración conjunta de b y c significa que la productividad de la I+D tiende a disminuir cuando aumenta el tamaño de la firma. En otras palabras, aunque los resultados no son concluyentes, los datos muestran que la relación entre el tamaño de la empresa y la innovación varía de acuerdo con la definición de innovación utilizada (probabilidad de realizar esfuerzos, su magnitud, los resultados de la innovación o la productividad de los esfuerzos). Del mismo modo, la mayoría de los estudios encuentra una relación positiva, aunque pequeña, entre el poder de mercado –aproximado en la mayoría de los casos por la concentración del mercado– y la inversión en actividades de innovación (Klevorick *et al.*, 1995).

Con relación a la edad, dentro del marco de análisis evolucionista se han postulado dos hipótesis alternativas. La primera indica que las empresas más jóvenes son capaces de adoptar las tecnologías más modernas porque

nacen más preparadas para ellas, mientras que las firmas más antiguas tienen que enfrentar costos de ajuste para adoptar nuevas tecnologías. Si este fuera el caso, las firmas más jóvenes deberían presentar mayores niveles tecnológicos. Alternativamente, si se considera que la innovación es un requisito para la supervivencia de las empresas, se puede esperar que las firmas con más años en la actividad sean las más innovadoras (porque sobreviven), mientras que tal vez las firmas más jóvenes todavía no hayan sido desplazadas del mercado a pesar de no innovar. Al igual que sucede con las variables schumpeterianas, la evidencia sobre la influencia de la antigüedad de la firma sobre la actividad innovadora no es concluyente (Dunne, 1994).

Más recientemente, la literatura ha enfatizado el rol de la propiedad del capital sobre la innovación y la evidencia muestra la existencia de distintos comportamientos innovadores entre firmas nacionales y extranjeras en diferentes países (Rogers, 1998; Molero y Heys, 2002; Sadowski y Sadowski-Rasters, 2006). En este sentido, la evidencia indica que, en la mayoría de los países desarrollados, las empresas extranjeras presentan un mejor desempeño innovador que las firmas locales. Sin embargo, en los países en desarrollo, que no presentan en su mayoría los mejores entornos para radicar actividades de I+D de gran escala, las filiales de empresas multinacionales no suelen realizar esfuerzos innovadores significativos y se centran habitualmente en innovaciones de proceso necesarias para producir eficientemente o, en el mejor de los casos, en innovaciones adaptativas en productos. En este marco, en pocos casos se verifican las mismas diferencias que se observan en los países desarrollados.

Entre los factores relacionados con el comportamiento de las empresas, la acumulación de capacidades de innovación (Lall, 1992) o capacidad de absorción (Cohen y Levinthal, 1989; 1990) es el factor más relevante. Las capacidades de innovación hacen referencia a un conjunto complejo de habilidades, conocimiento tecnológico y estructuras organizacionales requeridas para operar la tecnología eficientemente y para realizar cualquier proceso de cambio tecnológico (Lall, 1992). En forma complementaria, la capacidad de absorción se define como la capacidad de la firma para reconocer, asimilar y aplicar con fines comerciales información externa nueva y valiosa. Esta capacidad es función del conocimiento relacionado previo (trayectoria previa) y se puede generar, por ejemplo, invirtiendo en I+D, a través del aprendizaje productivo (*learning by doing* y *learning by using*) o a través del entrenamiento técnico del personal (Cohen y Levinthal, 1989; 1990).

## Determinantes sectoriales

El estudio de los determinantes sectoriales de la innovación pone el énfasis en la existencia de regularidades en tal nivel y sostiene que las características sectoriales tienen una influencia central en el proceso de innovación que limita el rango de decisiones estratégicas de las firmas (Milesi, 2006). Inicialmente, la literatura centrada en los determinantes sectoriales ha confrontado el rol crucial de la demanda con las oportunidades científicas y tecnológicas a partir de dos hipótesis: a) existe una relación positiva entre la actividad de innovación y la demanda del mercado (Schmookler, 1962), y b) existe una relación positiva entre la oportunidad tecnológica y la actividad innovadora (Rosenberg, 1974). Aun cuando ambas hipótesis podrían ser consideradas complementarias, la literatura sobre innovación las trata en general como contrapuestas, lo que da lugar al conocido debate entre los enfoques de *demand pull* y *technology push*. Dosi (1982) señala los límites de ambas visiones e introduce el concepto de “paradigma tecnológico”. De acuerdo con este enfoque, los sectores enfrentan diferentes oportunidades tecnológicas dependiendo de la naturaleza de cada paradigma, por lo que las oportunidades específicas de un paradigma son el principal determinante de las diferencias intersectoriales observadas en materia de innovación. Sin embargo, dadas las oportunidades para la innovación, las empresas deciden innovar solo si tienen expectativas positivas sobre la posibilidad de apropiarse de lo que el mercado está dispuesto a pagar por dicha innovación. Así, la apropiabilidad, que hace referencia a la habilidad del innovador para proteger y apropiarse de los resultados de su innovación, constituye otro factor determinante de la conducta innovadora de la firma. De acuerdo con la literatura, las condiciones de apropiación varían entre los sectores industriales (Levin *et al.*, 1987) y existe un amplio consenso en que cuanto mayor sea la apropiabilidad de las innovaciones, mayor es el esfuerzo para innovar (Arrow, 1962).

Un conjunto de taxonomías sectoriales se ha desarrollado sobre la base de los principales conceptos mencionados anteriormente. Pavitt (1984) identifica patrones sectoriales de cambio técnico que están planteados en términos de oportunidades tecnológicas diferenciales y Pavitt *et al.* (1989) presentan una reformulación (ampliación) de la taxonomía anterior cuyas categorías reflejan diferentes niveles de oportunidad y de apropiabilidad. Los mismos conceptos son utilizados por Winter (1984) y por Malerba y Orsenigo (1990, 1995, 1996 y 1997) para desarrollar el concepto de regímenes tecnológicos a nivel sectorial.

## Determinantes sistémicos

En los últimos años, desde una visión sistémica, se sostiene que el proceso de innovación trasciende a las firmas individuales, no solo a partir de lógicas sectoriales (discutidas previamente), sino en función de un conjunto de elementos que se encuentran en su contexto. En este marco, las interacciones –entre firmas y/o de las firmas con instituciones– son fundamentales para el éxito del proceso de innovación que cada una desarrolla (Albornoz *et al.*, 2005). Este enfoque sistémico implica que los procesos de innovación se desarrollan de diferentes maneras en distintas localizaciones y da origen a la idea de los sistemas de innovación. En tal sentido, el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) plantea que existen especificidades nacionales que inciden de manera directa en las formas e intensidad que adquiere el proceso de innovación en un país (Freeman, 1987; 1995; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Johnson y Lundvall, 1994). Nelson (1993) destaca el papel desempeñado por las organizaciones e instituciones dedicadas a actividades de ciencia y tecnología mientras que otros autores<sup>1</sup> incluyen instituciones no directamente relacionadas con las actividades de innovación de las empresas, tales como las asociaciones industriales y las instituciones financieras. El mismo enfoque se ha venido aplicando crecientemente a ámbitos geográficos más acotados dando lugar, entre otros, al concepto de sistemas regionales de innovación (SRI) o sistemas locales de innovación (Cooke *et al.*, 1997; Yoguel, 2000; Doloreux y Parto, 2005). Más allá del alcance geográfico del concepto, el enfoque sistémico enfatiza que la innovación es un proceso social e interactivo en un entorno social, específico y sistémico (Johnson y Lundvall, 1994).

## Evidencia empírica reciente sobre los determinantes de la innovación

La generalización de las encuestas específicas de innovación, inicialmente en Europa y más tarde en otras regiones, ha permitido una mayor investigación empírica sobre los determinantes de la innovación mencionados anteriormente utilizando datos específicos y representativos y aplicando nuevas y más apropiadas técnicas estadísticas y econométricas. Los nuevos datos y técnicas permitieron también ampliar el marco teórico identificando nuevos determinantes de la innovación. Una parte central de la nueva evidencia proviene de los países desa-

---

1 Ver, entre otros, Johnson y Lundvall (1994) y Mytelka (2000).

rollados y es el resultado de investigaciones que en sus preguntas y enfoques metodológicos siguen los lineamientos del Manual de Oslo (OCDE, 1997), que establece normas y directrices para las encuestas de innovación. En los países en desarrollo, las encuestas de innovación generalmente siguen esos lineamientos (Salazar y Holbrook, 2004), pero en América Latina existe una adaptación de dicho manual (Manual de Bogotá: RICyT, 2001) que sirve de base para la inclusión de temáticas específicas en las encuestas llevadas a cabo en la región.

En esta sección se profundiza sobre parte de esta nueva evidencia relacionada con los países desarrollados y en desarrollo. Se revisa un total de 29 estudios recientes (publicados entre 1997 y 2007) que tratan los temas abordados en este trabajo mediante un análisis microeconómico (ver cuadros A.1 y A.2 del Anexo). La revisión no se centra en la discusión de los objetivos de cada trabajo o en su análisis en detalle dado que el propósito de esta sección se limita a comprobar, por una parte, los principales determinantes de la innovación identificados por algunos de los estudios empíricos publicados recientemente y, por otro lado, a identificar las diferencias en el enfoque y los resultados entre los países desarrollados y en desarrollo.

La información relacionada con los estudios para países desarrollados se resume en la tabla 1 y, en la tabla 2, la relativa a países en desarrollo. Ambas tablas muestran en sus encabezados el número de modelos considerados que tienen como variable dependiente la probabilidad o la intensidad de la inversión en innovación. A su vez, las columnas a (para la probabilidad) y e (para la intensidad) indican el porcentaje de esos modelos que utilizan los diferentes factores especificados como determinantes en la primera columna. Las columnas b, c y d, para los modelos de probabilidad, y las f, g y h, para los modelos de intensidad, indican el porcentaje de modelos en los que cada determinante ha resultado significativo y positivo (+), significativo y negativo (-) o no significativo (ns). Estos últimos porcentajes están calculados sobre los modelos que efectivamente consideran el determinante de que se trata. Por ejemplo, el tamaño fue considerado por los once modelos sobre probabilidad incluidos en la tabla (el 100 de la columna a) y en siete ha resultado significativo y positivo (el 67 de la columna b), en uno ha resultado significativo y negativo (el 9 de la columna c) y en tres ha resultado no significativo (el 27 de la columna d).

Tabla 1. Determinantes de la innovación identificados por los estudios empíricos en los países desarrollados

Variable dependiente	Probabilidad (11 modelos)		Intensidad (12 modelos)		ns (%/e) (h)			
	Incluye (%/11) (a)	+ (%/a) (b)	- (%/a) (c)	ns (%/a) (d)		Incluye (%/12) (e)	+ (%/e) (f)	- (%/e) (g)
<b>Determinantes</b>								
<b>Empresariales</b>								
Tamaño	100	64	9	27	75	33	67	0
Poder de mercado	27	100	0	0	17	100	0	0
Capacidad de absorción	9	100	0	0	42	80	0	20
Origen externo del capital	9	0	0	100	8	0	100	0
Edad	18	100	0	0	42	20	60	20
<b>Sectoriales</b>								
Oportunidad tecnológica	45	80	0	20	17	100	0	0
Demanda	27	67	33	0	17	50	50	0
Apropiabilidad	0	0	0	0	8	0	0	100
<b>Sistémicos</b>								
Entorno	45	80	0	20	25	67	0	33
Financiamiento público	36	100	0	0	25	67	0	33
Cooperación	0	0	0	0	33	75	0	25

Nota: Algunos estudios incluyen más de un modelo por lo que el número de modelos es mayor que el número de estudios.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los estudios detallados en el cuadro A1 (Anexo).

En el caso de los países desarrollados (tabla 1), los modelos de probabilidad muestran que el tamaño de la empresa, la oportunidad tecnológica y el entorno son las variables más incluidas. Estas tres variables resultan positivas para la probabilidad de invertir en actividades de innovación. A pesar de contar con menos evidencia, otras variables que parecen favorecer la probabilidad de invertir en innovación son el poder de mercado, la demanda y el apoyo del sector público. Algunos resultados diferentes surgen cuando se considera la intensidad de las actividades en lugar de su probabilidad. Los cambios más significativos se observan en el caso del tamaño, la edad y la capacidad tecnológica. Las dos primeras variables afectan positivamente la probabilidad de invertir en actividades de innovación, pero negativamente su intensidad. En el caso de la capacidad tecnológica, no incluida en la mayoría de los estudios sobre probabilidad de invertir en innovación, la evidencia muestra que es un determinante positivo de su intensidad. Los otros determinantes positivos de la probabilidad predominantemente conservan su efecto con respecto a la intensidad.

Tabla 2. Determinantes de la innovación identificados por los estudios empíricos en los países en desarrollo

Variable dependiente	Probabilidad (14 modelos)		Intensidad (19 modelos)	
	Incluye (%) (a)	+ (%) (b)	Incluye (%) (e)	+ (%) (f)
<b>Determinantes</b>				
<b>Empresariales</b>				
Tamaño	93	84	95	61
Poder de mercado	50	57	42	38
Capacidad de absorción	29	100	58	64
Origen externo del capital	86	50	68	54
Edad	64	22	37	14
<b>Sectoriales</b>				
Oportunidad tecnológica	36	80	32	67
Demanda	14	100	11	50
Apropiabilidad	0	0	0	0
<b>Sistémicos</b>				
Entorno	21	0	21	25
Financiamiento público	21	67	16	33
Cooperación	0	0	5	100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los estudios detallados en el cuadro A2 (Anexo).

Al analizar la evidencia sobre los países en desarrollo (tabla 2), algunos resultados son similares a los encontrados en los países desarrollados, pero surgen también algunas diferencias destacables. En tal sentido, en estos países, el tamaño de la empresa es un determinante positivo tanto para la probabilidad como para la intensidad de invertir en actividades de innovación. El mismo resultado se encuentra para la capacidad tecnológica, que parece ser uno de los determinantes más importantes de la innovación en los países en desarrollo. Del mismo modo, se encuentra un efecto positivo en la oportunidad tecnológica sectorial. Por el contrario, la edad de la firma, la propiedad extranjera del capital y las condiciones del entorno no muestran un efecto significativo sobre el comportamiento innovador. Estos resultados son consistentes con algunas de las características de los países en desarrollo. En entornos macroeconómicos volátiles, la acumulación de experiencia en la producción (edad) puede no dar una ventaja innovadora a la firma. Del mismo modo, el tipo de inversión extranjera directa recibida por los países en desarrollo está dirigido a menudo a actividades con reducida orientación innovadora. En el caso del apoyo público, a pesar de que este se ha intensificado en la última década en la mayoría de los países en desarrollo, la evidencia indica que aún no alcanza una escala suficiente como para incentivar de manera significativa el comportamiento innovador de las empresas.

En general, la revisión empírica muestra que los factores sectoriales y sistémicos se consideran en mayor medida en los países desarrollados que en los países en desarrollo. A su vez, los aspectos empresariales, tales como el tamaño y la capacidad de absorción, son más considerados en los países en desarrollo, lo que muestra que la heterogeneidad intrasectorial es crucial en dichos países, tal vez como resultado de las debilidades en sus sistemas de innovación y de la existencia de menores diferencias tecnológicas entre distintos sectores (los sectores que son los más innovadores en los países desarrollados no son tan innovadores en los países en desarrollo, lo que reduce las diferencias entre los extremos de la escala).

## **Innovación en la Argentina: evidencia de las empresas manufactureras**

### **Datos y estadísticas descriptivas**

Desde mediados de los noventa, el INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) lleva a cabo encuestas de innovación con el fin de analizar el comportamiento tecnológico e innovador de las empresas

manufactureras argentinas. En este artículo se utiliza la Tercera Encuesta de Innovación, que cubre el período 2002-2004 y releva información de 1627 empresas. En el año 2002, la producción industrial agregada disminuyó el 9,7% con respecto al año anterior como consecuencia de la crisis económica argentina de 2001, pero a partir de 2003, la industria comenzó a registrar un fuerte crecimiento anual (17,4% en 2003 y 14,1% en 2004, de acuerdo con datos del Centro de Estudios para la Producción a partir de estadísticas del INDEC).

Los resultados agregados de la encuesta se presentan en las tablas 3 y 4. La tabla 3 muestra el porcentaje de empresas que invirtieron en I+D y en M+E durante el período abarcado por la encuesta, la proporción de cada tipo de gasto en la inversión total en actividades de innovación y la proporción con respecto a las ventas.

Tabla 3. Principales características de la inversión en I+D y M+E en el sector manufacturero argentino (2002-2004)

Actividad de innovación	Porcentaje de firmas que invirtieron	Participación en la inversión total en innovación	Inversión/Ventas
I+D	33%	18%	0,20%
M+E	41%	56%	0,64%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Tercera Encuesta de Innovación, INDEC (2006).

La inversión en innovación es baja en la Argentina. La tabla 3 muestra que, en promedio, la inversión en I+D/ventas es de solo el 0,20%, mientras que la M+E/ventas alcanza el 0,64%. Estos niveles coinciden con lo que generalmente se observa en otros países en desarrollo, pero son significativamente menores que los usualmente registrados en los países desarrollados.<sup>2</sup>

La inversión en I+D es realizada por el 33% de las empresas y representa menos del 20% del total invertido en actividades de innovación, mientras que la inversión en M+E es llevada adelante por el 41% de las firmas y representa un poco más de la mitad del esfuerzo total en actividades de innovación. En conjunto, ambos tipos de inversiones representan aproximadamente el 75% del esfuerzo total. El resto corresponde a otras actividades de innovación tales como consultorías, transferencias, capa-

2 Ver Milesi (2010).

citación e ingeniería. Por lo tanto, se observa que el esfuerzo innovador de la industria manufacturera argentina está preferentemente orientado a la inversión en tecnologías incorporadas. Este sesgo y el reducido tamaño del esfuerzo se reflejan en la baja novedad de las innovaciones y en el bajo nivel de patentamiento (Milesi, 2010).

A nivel sectorial (tabla 4), la actividad manufacturera se concentra en tres sectores que representan más del 60% del PIB manufacturero: elaboración de productos alimenticios y bebidas (CIIU 15; 35,53%), fabricación de sustancias y productos químicos (CIIU 24; 14,90%) y fabricación de coque, productos de petróleo refinado y combustible nuclear (CIIU 23; 11,92%). Si se tienen en cuenta las siguientes dos actividades: fabricación de metales comunes (CIIU 27; 6,29%) y fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques (CIIU 34; 5,84%), se puede observar que cinco sectores de actividad representan casi el 75% del PIB industrial. Sin embargo, la inversión en I+D está mucho más concentrada que la del PIB manufacturero. Dos ramas (CIIU 24 y CIIU 34) representan más del 50% del esfuerzo total, mientras que las otras principales ramas de producción muestran bajas proporciones de inversión en I+D. Las diferencias entre la estructura productiva y la estructura del esfuerzo innovador es mayor si se considera el ratio I+D/ventas, ya que algunas de las principales ramas productivas (por ejemplo, 15 27 y 23) se encuentran entre los sectores menos innovadores. No obstante, las diferencias en la intensidad del esfuerzo se dan en un contexto de reducido nivel de esfuerzo general en el cual ninguna de las ramas llega a invertir en I+D el 1% de las ventas.

Tabla 4. Inversión en I+D y en M+E por sector industrial (2002-2004)

CIU Rev. 3	Participación en el PIB manufacturero (%)	Participación en la inversión en I+D manufacturera (%)	I+D/ Ventas (%)	Participación en la inversión en M+E manufacturero (%)	M+E/ Ventas (%)
15	35,53	7,84	0,05	19,71	0,39
16	0,94	0,49	0,09	1,73	0,90
17	2,33	1,21	0,07	4,21	0,58
18	0,91	0,25	0,03	1,20	0,43
19	2,84	2,22	0,13	2,08	0,37
20	0,67	0,75	0,12	4,03	1,93
21	3,68	2,43	0,13	7,66	1,34
22	1,76	0,56	0,05	1,47	0,43
23	11,92	0,66	0,02	1,59	0,16
24	14,90	34,52	0,46	9,23	0,35
25	3,80	2,09	0,09	8,94	1,15
26	1,66	2,21	0,20	3,29	0,71
27	6,29	3,65	0,07	9,49	0,64
28	2,24	3,37	0,25	7,10	1,46
29	2,55	7,46	0,38	5,27	0,87
30	0,02	0,50	0,95	0,01	0,10
31	0,82	2,61	0,30	1,53	0,53
32	0,37	2,37	0,55	1,99	1,55
33	0,26	1,96	0,97	0,54	0,81
34	5,84	21,99	0,60	6,64	0,49
35	0,19	0,54	0,29	0,28	0,60
36	0,48	0,32	0,07	2,00	1,64

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC (2006).

Con respecto a la inversión en M+E, la situación es diferente ya que, con la excepción del rubro elaboración de productos alimenticios y bebidas (CIU 15; 19,71%), que muestra un ratio muy superior al promedio, la participación de cada sector en la inversión total en M+E es más equitativa. No obstante, aparece en este caso otro rasgo destacable ya que, salvo el caso mencionado, no parecen ser los principales rubros productivos los que realizan el mayor esfuerzo en M+E.

## Modelo analítico y principales resultados

Con el objeto de identificar los determinantes de la inversión en actividades de innovación en la Argentina, se especifican dos modelos Tobit I, uno para identificar los determinantes de la inversión en I+D y el otro para la inversión en M+E. Ambas variables independientes, I+D/V (I+D/Ventas) y M+E/V (M+E/Ventas), son continuas y toman mayoritariamente el valor cero. Dada esta situación, la estimación por el método de mínimos cuadrados ordinarios no ajusta adecuadamente y resulta conveniente darle al modelo otra especificación, en este caso se utiliza una especificación Tobit I, que tenga en cuenta esta particularidad en la distribución de la variable dependiente (Greene, 1999). La especificación Tobit tiene, además, la ventaja de identificar simultáneamente los determinantes de la probabilidad de invertir en actividades de innovación y los factores determinantes de la intensidad de dicha inversión.

En función de lo anterior, la especificación del modelo es la siguiente:

$$r_i = X_{0i}\beta_0 + \nu_{0i}$$

donde  $r_i$  es una variable binaria que toma valor 1 cuando la firma  $i$  invierte y cero cuando no lo hace;  $X_{0i}$  es un vector de variables independientes y  $\beta_0$  es el vector de coeficientes; mientras  $\nu_{0i}$  es el término de error. La intensidad del gasto es determinada por:

$$g_i^* = X_{1i}\beta_1 + \nu_{1i}$$

donde  $g_i^*$  es observable e igual a  $g$  (I+D/Ventas o M+E/Ventas) cuando  $r = 1$  y toma valor cero en cualquier otro caso. Nuevamente,  $X_{1i}$  es un vector de variables independientes y  $\beta_1$  es el vector de coeficientes; mientras  $\nu_{1i}$  es el término de error. En la especificación de Heckman (Tobit II),  $X_{0i}$  debe ser diferente a  $X_{1i}$ , mientras que en la especificación general (Tobit I),  $X_{0i}$  puede ser igual a  $X_{1i}$  (Crépon *et al.*, 1998).

Con el fin de especificar un modelo parsimonioso y teniendo en cuenta los datos disponibles, se definen en este caso indicadores para un conjunto reducido de las variables explicativas identificadas por la literatura (discutidas en las secciones anteriores) como posibles factores determinantes del esfuerzo innovador de las empresas, que se detallan a continuación.

## Factores empresariales

**Tamaño de la firma (*TAM*):** Medida como el logaritmo natural del número de empleados. Se incluye asimismo la variable  $TAM^2$  para controlar la existencia de relaciones no lineales entre el tamaño y la inversión en actividades de innovación.

**Edad de la firma (*EDAD*):** Medida por los años de la firma en la actividad productiva.

**Propiedad extranjera (*MNC*):** Toma valor 1 si la firma tiene capitales extranjeros con una participación mayor del 10% (en caso contrario toma valor 0).

**Capacidad de absorción (*ABS*):** Se construye a partir de la combinación de un conjunto de factores que reflejan las capacidades tecnológicas acumuladas por las firmas, incluyendo las habilidades de la fuerza de trabajo (profesionales/total empleados), la organización laboral, el sistema de calidad y la automatización del sistema productivo. *ABS* es una variable continua que toma valores entre 0 y 1.

## Factores sectoriales

**Oportunidad tecnológica (*TEC*):** A los sectores característicos del paradigma actual y del paradigma fordista (Freeman y Pérez, 1988) se les asigna un nivel de oportunidad tecnológica medio o alto, mientras que a los sectores tradicionales se les asigna un nivel bajo. La variable *TEC* toma valor 1 para aquellos sectores clasificados a dos dígitos de acuerdo a la CIIU Rev. 3 a los cuales se les ha asignado un nivel de oportunidad tecnológica alto o medio y 0 en los demás casos (ver cuadro A3 del Anexo).

**Demanda (*DEM*):** En aquellos sectores a dos dígitos CIIU Rev. 3 que muestran un crecimiento del PIB sectorial por encima del crecimiento promedio registrado entre los años 2002 y 2004, se le asigna a la variable *DEM* el valor 1, mientras que en los restantes se le asigna 0 (ver cuadro A3 del Anexo).

**Perfil del país (*PERF*):** En aquellos sectores a dos dígitos CIIU Rev. 3 que tienen una participación en el PIB manufacturero argentino de 2002-2004 (INDEC) más alta que la que el mismo sector tiene en el PIB manufacturero de los 10 principales países de la OCDE (base de datos

STAN), la variable *PERF* toma el valor 1, mientras que en los restantes toma el valor 0. Aquellos sectores que toman valor 1 caracterizan el perfil de la producción manufacturera argentina en comparación con los principales países desarrollados (ver cuadro A3 del Anexo).

### Factores sistémicos

**Región (*REG*):** A las empresas localizadas en las provincias con mayor nivel de desarrollo industrial del país (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Mendoza) se les asigna el valor 1, mientras que a las restantes se les asigna 0.

**Políticas públicas de apoyo (*POL*):** Toma valor 1 si la firma ha obtenido financiamiento público para las actividades de innovación y 0 en caso contrario.

La tabla 5 muestra los resultados de la estimación de los dos modelos. Los parámetros de bondad de ajuste y el Pseudo R2 obtenidos son aceptables para modelos de corte transversal.

Tabla 5. Resultados de las regresiones

Variables	I+D/V		M+E/V	
	Probit	Tobit	Probit	Tobit
	dF/dX (a)		dF/dX (a)	
<b>Empresariales</b>				
TAM (ln empl)	0,093 ***	0,003 ***	0,108 ***	0,010 ***
TAM <sup>2</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000
EDAD (años)	0,021	0,000	-0,001	0,000
MNC	0,023	-0,002	0,053	0,008
ABS	0,639 ***	0,027 ***	0,221	0,005
<b>Sectoriales</b>				
TEC	0,107 ***	0,006 ***	0,024	-0,001
DEM	0,091 ***	0,002	0,050 *	0,005
PERF	-0,037	0,000	-0,070 **	-0,008 *
<b>Sistémicos</b>				
POL	0,040	0,003	0,122 *	0,022 **
REG	0,088 **	0,003	-0,025	0,001
Observaciones	1122	1122	1122	1122
Observaciones no censuradas	-	357	-	457
Pseudo R2	13,4	9,5	8,2	7,7
Chi2	187,67 (0,00)	110,65 (0,00)	123,72 (0,00)	44,26 (0,00)
Log-likelihood	-607,20	-638,33	-696,42	-308,33
Predicción	72,19	-	65,42	-

(a) Efectos marginales; \*\*\*Significativo al 1%; \*\*Significativo al 5%; \*Significativo al 10%.

Fuente: Estimaciones realizadas a partir de datos de la Tercera Encuesta de Innovación.

Los modelos estimados muestran dos resultados generales. El primero es que el tamaño de la firma es el principal determinante del esfuerzo innovador de las empresas manufactureras argentinas. En un contexto de débil funcionamiento de los mercados e instituciones, las empresas más grandes son las que están mejor preparadas para superar las restricciones del contexto. La ausencia de significatividad de la variable TAM<sup>2</sup> indica que la relación entre el tamaño y la innovación es lineal tanto para la pro-

babilidad como para la intensidad de la inversión, y para ambos tipos de inversiones (I+D y M+E). El segundo resultado es que la edad de la firma y la participación extranjera en el capital no afectan la probabilidad ni la intensidad de la inversión en actividades de innovación de las empresas manufactureras argentinas.

Los demás resultados muestran diferentes especificidades según el tipo de inversión y de conducta analizada. La capacidad de absorción y la oportunidad tecnológica solo afectan la probabilidad e intensidad de la inversión en I+D. Respecto a la capacidad de absorción, los resultados obtenidos indican que la inversión en I+D requiere la existencia de capacidades tecnológicas acumuladas por la empresa. Un aumento del 10% en el indicador que mide la capacidad de absorción eleva en 6,4% la probabilidad de invertir en I+D. La oportunidad tecnológica es otro importante determinante de la actividad de I+D, a diferencia del perfil del país. Teniendo en cuenta la significatividad de la oportunidad tecnológica y la no significatividad del perfil del país, se puede concluir que, en la Argentina, la inversión en I+D responde en mayor medida a las características tecnológicas del sector (capturadas por la oportunidad tecnológica) que a las características estructurales del país (capturadas por la variable PERF, perfil del país). En resumen, los resultados indican que la inversión en I+D es más probable e intensa en los sectores con mayores oportunidades tecnológicas (la inversión en I+D es 11% más probable en los sectores de oportunidad media y alta) y que es llevada a cabo por firmas que tienen capacidades tecnológicas acumuladas. Sin embargo, las condiciones cíclicas de la economía local son también relevantes como surge de la significatividad del indicador de Demanda (la inversión en I+D es 9% más probable en sectores que crecen por encima del promedio).

A nivel sistémico, la variable Región (REG) resulta significativa, mientras que la variable que mide las Políticas públicas de apoyo (POL) no lo es. La ausencia de significatividad de esta última variable se debe posiblemente al nivel reducido y no orientado a actividades de I+D de los programas públicos de apoyo a las actividades de innovación en la Argentina en el período analizado. La significatividad de la variable Región, por el contrario, refleja la heterogeneidad regional de la Argentina (como ocurre en otros países en desarrollo). En las regiones más desarrolladas, la probabilidad de invertir en actividades de I+D aumenta (casi el 9%), aunque no se incrementa su intensidad. Posiblemente este último resultado se debe al umbral de esfuerzo que caracteriza a la inversión en I+D, que requiere un mínimo de recursos para poder ser desarrollada, independientemente de la localización de la firma.

Con respecto a la inversión en M+E, las oportunidades tecnológicas sectoriales y las capacidades de absorción de la empresa no desempeñan ningún papel (como se explica antes). Este tipo de inversión tampoco depende de las características regionales. Por el contrario, en términos sectoriales, la evolución de la demanda afecta la probabilidad de invertir en dichas actividades (resulta un 5% más probable en los sectores de mayor crecimiento) y, a su vez, esta inversión es más probable (aproximadamente un 7%) en sectores que no caracterizan el perfil productivo de la Argentina. Con respecto a las variables sistémicas, obtener financiamiento público para las actividades de innovación afecta tanto la probabilidad (12% más alta para aquellas empresas que obtuvieron fondos públicos para innovar) como la intensidad de la inversión en M+E. El apoyo público, como se mencionó anteriormente, no afecta a la inversión en I+D por lo que se confirma que el financiamiento público se orienta, en el período considerado, principalmente a actividades de menor complejidad tales como la adquisición de tecnología incorporada.

## Conclusiones

Este trabajo examina el impacto de los factores empresariales, sectoriales y sistémicos sobre la probabilidad y la intensidad del gasto en investigación y desarrollo (I+D) y en maquinaria y equipo (M+E) utilizando una muestra de empresas manufactureras argentinas. Los resultados indican que el tamaño de la firma es el principal determinante de la inversión en actividades de innovación, tal como se observa en otros países en desarrollo, donde la debilidad de las instituciones y del funcionamiento de los mercados es sobrellevada de mejor manera por las grandes empresas. Otro importante determinante, pero en este caso solo para los gastos de inversión en I+D, es la capacidad de absorción. Una vez más, en contextos débiles, las capacidades que distinguen a algunas empresas de las demás desempeñan un papel clave en la posibilidad de desarrollar actividades tecnológicas más complejas. A nivel sectorial, los resultados indican que la inversión en innovación, tanto en I+D como en M+E, es más probable en sectores que no caracterizan el perfil manufacturero argentino. La oportunidad tecnológica como determinante de la inversión en I+D y M+E es más probable e intensa en sectores de gran escala que tienen una baja participación en el PIB manufacturero argentino. La evolución de la demanda afecta positivamente a ambos tipos de inversiones sumando un componente procíclico a la actividad tecnológica, lo cual puede considerarse positivo en un contexto de crecimiento constante, pero que puede afectar

a la acumulación de capacidades si el contexto macroeconómico registra una elevada volatilidad con períodos prolongados de baja actividad económica. Por último, las dos variables sistémicas muestran comportamientos opuestos. Mientras que existen diferencias regionales en combinación con la ausencia de efecto de las políticas de apoyo a la inversión en I+D, en el caso de la inversión en M+E se observa el resultado contrario. Esto indica la existencia una heterogeneidad regional significativa para desarrollar actividades tecnológicamente complejas (como también ocurre en otros países en desarrollo) y el insuficiente alcance de las políticas públicas para revertir estas diferencias e incentivar a las empresas de las regiones más rezagadas a invertir en I+D. Por el contrario, la política parece tener más éxito en fomentar la inversión en M+E. En este contexto, sería deseable una profundización de las políticas tecnológicas dirigidas a apoyar las actividades de innovación más complejas y orientarlas, a su vez, a reducir las diferencias regionales en estas actividades.

## Bibliografía

- Albornoz, F.; Milesi, D. y Yoguel, G. (2005). "Knowledge circulation in vertically integrated production networks: Cases of the Argentine automotive and iron and steel industries", *Innovation: Management, Policy and Practice*, 7 (2-3), 200-221.
- Álvarez, R. y Robertson, R. (2004). "Exposure to foreign markets and plant level innovation: evidence from Chile and Mexico", *Journal of International Trade and Economic Development*, 13(1), 57-87.
- Arbussa, A. y Coenders, G. (2007). "Innovation activities, use of appropriation instruments and absorptive capacity: Evidence from Spanish firms", *Research Policy*, 36(10), 1545-1558.
- Arrow, K. (1962). "Economic welfare and the allocation of resources for invention", en Nelson, R. (ed.), *The rate and direction of inventive activity*, Princeton University Press.
- Arza, V. (2005). "¿Cómo influye el contexto macroeconómico en el comportamiento de largo plazo de las empresas? Decisiones empresariales de inversión en I+D y en maquinaria en Argentina durante los años 1990s", XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC, Bahía, Brasil, mimeo, octubre.

- Bartelsman, E.; Van Leeuwen, G. y Nieuwnehuijsen, H. (1998). "Adoption of advanced manufacturing technology and firm performance in The Netherlands", *Economics of Innovation and New Technology*, 6(4), 291-312.
- Benavente, J. (2006). "The role of research and innovation in promoting productivity in Chile", *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4/5), 301-315.
- Chudnovsky, D.; López, A. y Pupato, G. (2006). "Innovation and productivity in developing countries: A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001)", *Research Policy*, 35(2), 266-288.
- Cohen, W. y Klepper, S. (1996). "A reprise of size and R&D", *The Economic Journal*, 106(437), 925-951.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989). "Innovation and learning: The two faces of R&D", *The Economic Journal*, 99(397), 569-596.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Cooke, P.; Gómez, M. y Etxebarria, G. (1997). "Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions", *Research Policy*, 26(4-5), 475-491,
- Crépon, B.; Duguet, E. y Mairesse, J. (1998). "Research, innovation, and productivity: an econometric analysis at the firm level", *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2), 115-158.
- De Negri, J.; Esteves, L. y Freitas, F. (2007). "Knowledge production and firm growth in Brazil", Universidade Federal do Paraná, Textos p/ discussão, 05/2007.
- Dosi, G. (1982). "Technological paradigms and technological trajectories", *Research Policy*, 11(3), 147-162,
- Dosi, G.; Freeman, C. y Fabiani, S. (1994). "The process of economic development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and institutions", *Industrial and Corporate Change*, 3(1), 1-45.
- Doloreux, D. y Parto, S. (2005). "Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues", *Technology in Society*, 27(2), 133-153.
- Dunne, T. (1994). "Plant age and technology use in U.S. manufacturing industries", *RAND Journal of Economics*, 25(3), 488-499.

- Espinoza, H. (2004). “¿Inversión en investigación y desarrollo para generar competitividad?: un análisis de sus efectos y determinantes a nivel de empresas manufactureras. Perú 1998”, Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación (CEDEP), Informe Final.
- Evangelista, R.; Perani, G.; Rapiti, F. y Archibugi, D. (1997). “Nature and impact of innovation in manufacturing industry: Some evidence from the Italian innovation survey”, *Research Policy*, 26(4-5), 521-536.
- Faria, A.; Fenn, P. y Bruce, A. (2002). “Determinants of adoption of flexible production technologies: Evidence from Portuguese manufacturing industry”, *Economics of Innovation and New Technology*, 11(6), 569-580.
- Fisher, F. y Temin, P. (1973). “Returns to scale in research and development: What does the schumpeterian hypothesis imply?”, *Journal of Political Economy*, 81(1), 56-70.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance, lessons from Japan*, Londres: Pinter.
- Freeman, C. (1995). “The ‘national system of innovation’ in historical perspective”, *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5-24.
- Freeman, C. y Pérez, C. (1988). “Structural crises of adjustment: Business cycles”, en Dosi, G. et al. (eds.), *Technical change and economic theory*, Londres: Pinter.
- García-Vega, M. (2006). “Does technological diversification promote innovation? An empirical analysis for European firms”, *Research Policy*, 35(2), 230-246.
- Greene, W. (1999). *Análisis econométrico*, Madrid: Prentice Hall Iberia.
- Harabi, N. (2002). “The impact of vertical R&D cooperation on firm innovation: An empirical investigation”, *Economics of Innovation and New Technology*, 11(2), 93-108.
- Hernández, M.; Dutrénit, G. y Barceinas, F. (2005). “Aproximación econométrica de la relación actividad innovadora y desempeño económico: el caso de México”, XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC, Bahía, Brasil, mimeo, octubre.
- INDEC (1998). “Encuesta sobre la Conducta Tecnológica de las Empresas Industriales Argentinas”, Estudios, 31.

- INDEC (2003). “Segunda Encuesta Nacional de Innovación y Conducta Tecnológica de las Empresas Argentinas”, Estudios, 38.
- INDEC (2006). “Encuesta Nacional a Empresas sobre Innovación, I+D y TICs, 2002-2004. Análisis de sus Resultados”.
- Jefferson, G.; Huamao, B.; Xiaojing, G. y Xiaoyun, A. (2006). “R&D performance in Chinese industry”, *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4/5), 345-366.
- Johnson, B. y Lundvall, B. (1994). “Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional”, *Comercio Exterior*, 44(8), 695-704.
- Kemp, R.; Folkeringa, M.; Jong, J. y Wubben, E. (2003). “Innovation and firm performance. Differences between small and medium-sized firms”, *EIM Business and Policy Research*, SCALES-paper N200213.
- Klevorick, A.; Levin, R.; Nelson, R. y Winter, S. (1995). “On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities”, *Research Policy*, 24(2), 185-205.
- Klomp, L. y Van Leeuwen, G. (2001). “Linking innovation and firm performance: A new approach”, *International Journal of the Economics of Business*, 8(3), 343-364.
- Lall, S. (1992). “Technological capabilities and industrialization”, *World Development*, 20(2), 165-186.
- Langebaek, A. y Vásquez, D. (2007). “Determinantes de la actividad innovadora en la industria manufacturera colombiana”, *Borradores de Economía*, 433.
- Lee, C. (2003). “A simple theory and evidence on the determinants of firm R&D”, *Economics of Innovation and New Technology*, 12(5), 385-395.
- Levin, R.; Klevorick, A.; Nelson, R.; Winter, S.; Gilbert, R. y Griliches, Z. (1987). “Appropriating the returns from industrial research and development”, *Brookings Papers on Economic Activity*, 1987(3), 783-831.
- Loof, H. y Heshmati, A. (2002). “Knowledge capital and performance heterogeneity: A firm-level innovation study”, *International Journal of Production Economics*, 76(1), 61-85.
- López, N.; Montes, J.; Prieto, J. y Vázquez, C. (2005). “Una aplicación del análisis Tobit a datos de panel: factores determinantes de la I+D en la industria española”, VIII Encuentro de Economía Aplicada, Murcia, España, junio.

- Lundvall, B. (1992). *National systems of innovation. Towards a theory of innovations and interactive learning*, Londres: Pinter.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1990). "Technological regimes and patterns of innovation: A theoretical and empirical investigation of the Italian case", en Perlman, M. y Heertje, A. (eds.), *Evolving technology and market structures*, Ann Arbor: Michigan University Press.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1995). "Schumpeterian patterns of innovation", *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 47-65.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1996). "Schumpeterian patterns of innovation are technology specific", *Research Policy*, 25(3), 451-478.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1997). "Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities", *Industrial and Corporate Change*, 6(1), 83-117.
- Marra, M. (2006). "Efectos de las subvenciones públicas sobre la inversión en I+D de las empresas manufactureras españolas", *Revista Galega de Economía*, 15(2), 1-20.
- Meza, L. y Mora, A. (2005). "Trade and private R&D in Mexico", *Economía Mexicana*, Nueva Época, 14(2), 157-183.
- Milesi, D. (2006) "Patrones de innovación en la industria manufacturera argentina: 1998-2001". Documento de Trabajo LITTEC, n° 1/2006. Disponible en: <http://www.littec.ungs.edu.ar/>
- Milesi, D. (2010) "Determinantes de la actividad innovadora de las empresas manufactureras argentinas". Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Molero, J. (2001). "The innovative behaviour of MNC subsidiaries in uneven European systems of innovation: a comparative analysis of the German and Irish cases", *Journal of Interdisciplinary Economics*, 13 (1-2-3), 305-341.
- Molero, J. y Heys, J. (2002). "Differences of innovative behaviour between national and foreign firms: measuring the impact of foreign firms on national innovation systems", *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 2(2-3), 122-145.
- Mytelka, L. (2000). "Local systems of innovation in a globalized world economy", *Industry and Innovation*, 7(1), 15-32.

- Nelson, R. (1993). *National Innovation System. A comparative analysis*, Nueva York: Oxford University Press.
- OCDE (1997). *Oslo Manual. The measurement of scientific and technological activities: proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*.
- Pavitt, K. (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, 13(6), 343-374.
- Pavitt, K.; Robson, M. y Townsend, J. (1989). "Technological accumulation, diversification and organisation in UK companies, 1945-1983", *Management Science*, 35(1), 81-99.
- Pradhan, J. (2003). "Liberalization, firm size and R&D performance: A firm level study of Indian pharmaceutical industry", *RIS Discussion Papers*, 40.
- RICyT (2001). "Manual de Bogotá. Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe", *Indicios*, 2.
- Rogers, M. (1998). "Innovation in Australian enterprises, evidence from the GAPS and IBIS databases", Melbourne Institute Working Paper, 19.
- Rosenberg, N. (1974). "Science, invention and economic growth", *The Economic Journal*, 84(333), 90-108.
- Sadowski, B. y Sadowski-Rasters, G. (2006). "On the innovativeness of foreign affiliates: Evidence from companies in The Netherlands", *Research Policy*, 35(5), 447-462.
- Salazar, M. y Holbrook, A. (2004). "A debate on innovation surveys", *Science and Public Policy*, 31(4), 254-266.
- Sanguinetti, P. (2005). "Innovation and R&D expenditures in Argentina: evidence from a firm level survey", UTDT, mimeo.
- Schmookler, J. (1962). "Economic sources of inventive activity", *The Journal of Economic History*, 22(1), 1-20.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. Nueva York: Harper.
- Scott, J. y Pascoe, G. (1987). "Purposive diversification of R&D in manufacturing", *The Journal of Industrial Economics*, 36(2), 193-205.
- Smolny, W. (2003). "Determinants of innovation behaviour and investment estimates for West-German manufacturing firms", *Economics of Innovation and New Technology*, 12(5), 449-463.

- Subodh, K. (2002). "Market concentration, firm size and innovative activity. A firm-level economic analysis of selected Indian industries under economic liberalization", UNU-WIDER, Discussion Paper 2002/108.
- Tang, J. (2006). "Competition and innovation behaviour", *Research Policy*, 35(1), 68-82.
- Winter, S. (1984). "Schumpeterian competition in alternative technological regimes", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 5(3-4), 287-320.
- Yoguel, G. (2000). *Economía de la tecnología y la innovación*, Universidad Virtual de Quilmes.

## Anexo

Cuadro A1. Estudios empíricos sobre los determinantes de la innovación seleccionados. Países desarrollados

Estudio	País	Modelos	
		Probabilidad	Intensidad
Evangelista <i>et al.</i> (1997)	Italia	Decisión de invertir en I+D	
Bartelsman <i>et al.</i> (1998)	Países Bajos	Decisión de invertir en M+E	Intensidad de uso de M+E
Crépon <i>et al.</i> (1998)	Francia	Decisión de invertir en I+D	I+D/Empleo
Klomp y Van Leeuwen (2001)	Países Bajos	Decisión de invertir en AI	AI/Ventas
Faria <i>et al.</i> (2002)	Portugal	Decisión de invertir en M+E	
Harabi (2002)	Alemania		I+D/Ventas
Löf and Heshmati (2002)	Suecia		AI/Empleo
Kemp <i>et al.</i> (2003)	Países Bajos		Tiempo de innovación/tiempo total
Lee, (2003)	Canadá y Japón		I+D/Ventas
	Corea y Taiwán		I+D/Ventas
Smolny (2003)	Alemania	Decisión de invertir en AI	AI/Ventas
López <i>et al.</i> (2005)	España		I+D/Ventas
García-Vega (2006)	Unión Europea (15)		I+D/Ventas
Marra (2006)	España		I+D

Tang (2006)	Canadá	Decisión de invertir en AI	
		Decisión de invertir en I+D	
		Decisión de invertir en M+E	
Arbussa y Coenders (2007)	España	Decisión de invertir en I+D	
		Decisión de invertir en M+E	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A2. Estudios empíricos sobre los determinantes de la innovación seleccionados. Países en desarrollo

Estudio	País	Modelos	
		Probabilidad	Intensidad
Subodh (2002)	India	Decisión de invertir en AI	AI/Ventas
Lee (2003)	India y China		I+D/Ventas
Pradhan (2003)	India		AI/Ventas
Álvarez y Robertson (2004)	Chile y México	Laboratorio de I+D	
		Decisión de invertir en M+E	
Espinoza (2004)	Perú	Decisión de invertir en I+D	I+D/Empleo
Arza (2005)	Argentina	Decisión de invertir en I+D	I+D/Ventas
		Decisión de invertir en M+E	M+E/Ventas
Hernández <i>et al.</i> (2005)	México		I+D/Ventas

Meza y Mora (2005)	México	Decisión de invertir en I+D	I+D/Ventas
Sanguinetti (2005)	Argentina	Decisión de invertir en I+D	I+D/Empleo
Benavente (2006)	Chile	Decisión de invertir en I+D	I+D/Empleo
Chudnovsky <i>et al.</i> (2006)	Argentina	Decisión de invertir en AI	AI/Empleo
Jefferson <i>et al.</i> (2006)	China	Decisión de invertir en I+D	I+D/Ventas
De Negri <i>et al.</i> (2007)	Brasil	Decisión de invertir en I+D	I+D/Empleo
Langebaek y Vásquez (2007)	Colombia		M+E/Empleo
			Tecnología transversal/Empleo
			Management/Empleo
			I+D/Empleo
			Personal capacitado/Empleo
			AI/Empleo

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A3. Indicadores sectoriales

<b>CIU Rev. 3</b>	<b>TEC</b>	<b>DEM</b>	<b>PERF</b>
15	0	1	1
16	0	1	0
17	0	0	1
18	0	0	1
19	0	1	1
20	0	1	0
21	0	1	0
22	0	0	1
23	1	1	1
24	1	1	1
25	1	1	0
26	0	0	0
27	0	1	0
28	0	0	0
29	1	1	0
30	1	0	0
31	1	0	0
32	1	0	0
33	1	0	0
34	1	0	0
35	0	0	0
36	0	0	1

Fuente: Elaboración propia.



# Conductas innovativas en ambientes inestables: el fenómeno de la persistencia innovadora\*

DIANA SUÁREZ\*\*

---

## Introducción

Entre 1998 y 2002, la Argentina vivió una de las crisis económicas más profundas de su historia. Hacia el año 2002, el PBI había caído un 20%, la tasa de desempleo alcanzaba al 25% de la población activa y la mitad de las familias se encontraban por debajo de la línea de pobreza. Sin embargo, luego de una devaluación de más del 200% de la moneda, hacia el segundo semestre de ese mismo año, el PBI volvió a crecer impulsado por el aumento de la demanda interna y el impacto competitivo del nuevo tipo de cambio. La recuperación fue sorprendente: en 2005, el PBI se encontraba por encima del pico de 1998, la tasa de desempleo había bajado de los dos

---

\* El presente artículo surge del proyecto doctoral titulado: “Estrategias innovativas en entornos inestables: el caso de las firmas argentinas”, Beca CONICET tipo II; adscripto en la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina, y la Universidad de Aalborg, Dinamarca; bajo la supervisión de Gabriel Yoguel y Gustavo Lugones (Argentina) y Björn Johnson y Bengt-Åke Lunvall (Dinamarca).

\*\* Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento / CONICET, Buenos Aires, Argentina.

dígitos y el aumento y la redistribución de los ingresos habían permitido la reducción de la pobreza total a menos del 30%.

En este contexto, estudiar la persistencia en la innovación se convierte en un tema relevante por dos motivos: uno teórico y otro práctico. Desde el punto de vista teórico, el fenómeno de persistencia tiene que ver con los mecanismos que desencadenan procesos endógenos de crecimiento y con la aparente dicotomía entre los conceptos schumpeterianos de destrucción y acumulación creativa. En este sentido, en la medida en que el análisis se corresponde con el inicio y el fin de la crisis, hay buenas razones para prestar atención tanto a aquellas empresas que lograron sostener una conducta innovativa dinámica en un entorno inestable como a aquellas que, a partir del cambio en las reglas de juego, entraron al “club de las innovadoras”. Asimismo, el cambio en el modelo de acumulación que acompañó la recuperación que se inició en 2002 lleva a preguntarse respecto de la posibilidad de cambios en la trayectoria innovativa desafiando el concepto mismo de persistencia. Frente a un nuevo modelo de crecimiento, que rompe con el esquema liberal de finales de la década pasada e incluye cambios en el patrón de convertibilidad y la intervención del Estado en la economía, cabe preguntarse respecto de la relevancia en la continuidad de las innovaciones de la década de 1990 respecto del período 2002-2006.

Desde una perspectiva práctica, el estudio de la persistencia se asocia con la controversia respecto de la “tasa de repitencia” –cantidad de empresas que resultan beneficiadas con más de un instrumento– en los programas de promoción de la innovación. Los argumentos contra la repetición de los beneficiarios sostienen que las políticas públicas deben fomentar una primera innovación, ya que una vez que la firma se ha iniciado en una trayectoria innovativa debe ser capaz de continuar con una estrategia competitiva basada en la innovación. En este sentido, las políticas públicas deben diversificar los beneficiarios. Por el contrario, los argumentos a favor de la tasa de repitencia sostienen que esta es la única forma de propiciar un proceso de crecimiento basado en la innovación, en el que se acompañe desde el Estado la totalidad del proceso innovativo. El corolario, en este caso, es que las políticas públicas deben diversificar los instrumentos.

Así, el objetivo del presente artículo es analizar en qué medida las innovaciones pasadas explican las innovaciones presentes de manera de comprender hasta qué punto el alcance de una innovación en un momento determinado dispara procesos que hacen que la firma persista como innovadora. La hipótesis de la que se parte sostiene que la

existencia de *feedbacks* y la acumulación disparan procesos de aprendizaje que mejoran las competencias de las firmas, lo que incrementa las probabilidades de alcanzar resultados exitosos (innovaciones). Sin embargo, esto no es igual para todas las firmas que han desarrollado innovaciones; por el contrario, se asume que la persistencia es un fenómeno que se verifica en aquellas firmas que, de manera sostenida y equilibrada, han invertido no solo en las tradicionales actividades de I+D y adquisición de bienes de capital, sino también en la creación de capacidades dentro de la organización. Finalmente, dado el cambio en la dinámica macro, se acepta la posibilidad de cambios en la conducta de la firma, lo que encuentra su correlato en la probabilidad de persistencia innovadora.

Para ello, el presente artículo se estructura de la siguiente manera. Luego de esta introducción, en la primera sección se discuten brevemente el marco teórico y los antecedentes empíricos relativos al fenómeno de persistencia. En la segunda sección se testea el modelo para el caso de las firmas manufactureras argentinas y se analizan los resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones.

## **Antecedentes teóricos y evidencia empírica**

### **Innovación y persistencia**

El concepto de persistencia se utiliza para referirse a la correlación entre las innovaciones pasadas y presentes, es decir, la forma en que la dinámica innovativa de la firma impacta en la obtención de resultados a lo largo del tiempo. Este concepto reconoce su base en la teoría desarrollada por Schumpeter, en particular, la idea de “acumulación creativa” derivada del enfoque conocido como Schumpeter Mark II (Freeman, 1982). Al respecto, Schumpeter sostiene que el proceso de cambio técnico está asociado a la existencia de grandes empresas que compiten en mercados oligopólicos en los que el desarrollo de innovaciones y las inversiones para llegar a estas (los laboratorios de investigación y desarrollo) disparan procesos de acumulación creativa que tienden a perpetuar a los innovadores en el mercado.

A partir de la acumulación creativa schumpeteriana, la explicación de la persistencia encuentra tres abordajes complementarios: el que centra la explicación en el *path dependence* evolucionista, el que sostiene que la persistencia ocurre a partir de la generación del círculo virtuosos de acumulación y aquel en el que el eje se encuentra en el poder de mercado que

alcanza la firma innovadora.<sup>1</sup> En los tres casos, la clave para comprender el fenómeno de persistencia se encuentra en la existencia de procesos de aprendizaje y economías dinámicas y la dimensión del impacto se mide a partir de las variaciones en el poder de mercado. La diferencia entre ellos radica en cuáles son los determinantes de esa acumulación creativa, cuál es el *feedback* que permite la acumulación y en qué medida determinan la trayectoria de la firma en el mercado.

Entre los precursores del enfoque de *path dependence* se encuentra Antonelli (2008), quien sostiene que la firma es atravesada por procesos de *path dependence* no ergódicos que marcan sus posibilidades futuras. Aplicado al ámbito de la dinámica innovativa, Antonelli subraya el impacto de la acumulación de competencias dentro de la firma y los incentivos que emanan del entorno como las principales fuentes de persistencia. Así, el desarrollo de innovaciones en el pasado contribuye a la creación de competencias y genera costos de oportunidad, lo que incrementa las probabilidades de decidir embarcarse en proyectos innovativos, que evidentemente repercute en las probabilidades de, en efecto, innovar.

A partir del estudio de la competencia schumpeteriana, Nelson y Winter (1982) presentan uno de los abordajes más difundidos respecto de la dinámica de acumulación de capacidades. Para estos autores, el eje de la existencia de persistencia innovadora se encuentra en la generación de *feedbacks* entre las innovaciones pasadas, las inversiones presentes y las innovaciones futuras. En la base de los desarrollos teóricos se encuentra el abordaje de la firma como un conjunto de rutinas, que son maneras más o menos estandarizadas de “hacer las cosas”. De hecho, el proceso decisorio que da lugar a la innovación resulta de un comportamiento estándar, por lo que es esperable que, de alcanzar el éxito, se repita. En este sentido, es justamente la persistencia en las rutinas la que impacta en las características innovadoras de la firma, ya sea desarrollando proyectos de innovación, ya sea no embarcándose en ellos. Sin embargo, tal como explican los autores, las rutinas innovativas no implican resultados exitosos, sino simplemente el mecanismo a partir del cual se procede a buscar soluciones a nuevos problemas. Cuando estos ocurren (la innovación), la firma sobresale de la competencia y obtiene una cuasi renta monopólica que mejora su situación financiera generando excedentes que pueden ser reinvertidos en la búsqueda de nuevas innovaciones. El éxito, además, crea

---

1 A los fines del presente trabajo, se definirá como empresa innovadora aquella que ha introducido innovaciones. La empresa innovativa, por su parte, es la que ha desarrollado proyectos de innovación, independientemente de su resultado (RICyT, 2001).

barreras al ingreso que permiten extender la explotación de dicha renta frenando el efecto de la competencia. En otras palabras, el éxito contribuye al éxito –*success breeds success*–, pero también resta posibilidades al éxito de los competidores.

El enfoque del poder de mercado puede encontrarse en los desarrollos de Phillips (1971), Mansfield (1962) o Geroski *et al.* (1997). Para este enfoque, en la medida en que una firma se vuelve innovadora, alcanza un mayor poder de mercado que le permite, además, obtener una renta extraordinaria. De esta manera, las innovaciones pasadas permiten la financiación de innovaciones futuras. Por el contrario, aquellas firmas que no pueden generar excedentes suficientes para financiar las innovaciones futuras enfrentan mayores obstáculos para desarrollar un proyecto innovativo, o bien mayores costos dados por el diferencial en la tasa de interés que surge del riesgo adicional de estos proyectos.

En síntesis, a pesar del énfasis de cada una de las explicaciones respecto de la persistencia, todas ellas incluyen el impacto financiero, el efecto sobre el poder de mercado y la acumulación de competencias como elementos que retroalimentan de manera positiva la performance futura de la firma. Así, la persistencia innovadora puede ser entendida como la correlación serial entre las innovaciones pasadas y presentes y la demostración estadística del binomio acumulación-*feedback* que surge de la interacción de la firma con el entorno (Malerba *et al.*, 1997). Si la acumulación y los *feedbacks* son parte del proceso competitivo, entonces, en todos los abordajes presentados, la persistencia se define como el resultado de un proceso dinámico y heterogéneo, condicionado por la existencia de umbrales (competencias, rutinas y capacidad financiera), que genera retroalimentaciones positivas hacia la empresa (procesos de aprendizaje, poder de mercado, acumulación financiera), pero negativas para la competencia (barreras a la entrada, pérdida de participación de mercado, costos adicionales del *catch-up* tecnológico).

## Evidencia empírica

Aunque solo refiriéndose de manera tangencial a la cuestión de la persistencia, Nelson y Winter (1982) estudiaron la evolución de las estructuras de mercado en términos de la concentración de las ventas –lo que no es otra cosa que la consecuencia de la persistencia–. A partir de un panel de empresas estadounidenses pertenecientes a diferentes sectores, los autores concluyen que existe una fuerte tendencia al aumento de la participación de mercado de las firmas con mejor dinámica innovativa (capacidades e

inversiones), pero que no sucede a igual ritmo ni con igual intensidad en todos los mercados.

Para un conjunto de firmas holandesas y a partir de la información provista por tres rondas de encuestas de innovación, Raymond *et al.* (2010) encuentran que existe persistencia entre las firmas de alta y media-alta tecnología, en las que, además, el tamaño, la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y el acceso a subsidios públicos tienen un efecto positivo y significativo sobre la probabilidad de alcanzar innovaciones. Sin embargo, para el resto de los sectores (media-baja y baja intensidad tecnológica), la hipótesis de la persistencia no se comprueba. Más aún, cuando la condición inicial (las características idiosincráticas de la firma) no es debidamente controlada, los autores observan que se produce lo que ellos denominan persistencia espuria, relacionada con la existencia de omisiones en la caracterización de la firma en el momento de diseñar el abordaje metodológico.

A partir del análisis de un panel de firmas alemanas, Peters (2009) trata de establecer la causalidad entre las acciones pasadas y presentes utilizando como variables proxy de resultados los esfuerzos en actividades de innovación, a la vez que incluye las recomendaciones de Raymond *et al.* (2010) respecto de los efectos no observables. Peters concluye que existe persistencia, pero que también el tamaño y el acceso a subsidios son variables relevantes para explicar la continuidad en las inversiones. Asimismo, observa una fuerte correlación con otros atributos de la firma: sus capacidades –empleo con formación universitaria–, el origen del capital y el grado de exposición a la competencia internacional –medida como la intensidad exportadora.

Le Bas *et al.* (2011) analizan la existencia de persistencia para tres tipos de perfiles innovadores entre un grupo de firmas de Luxemburgo: empresas que innovaron en producto y proceso en los dos períodos bajo estudio, aquellas que lo hicieron solo en uno de los períodos y las que no lo hicieron nunca. A partir de esta distinción, los autores testean el impacto de las innovaciones organizacionales allí donde se verifica persistencia (el primer grupo de firmas) y allí donde no. La evidencia permite sostener que las innovaciones organizacionales son un factor determinante no solo de la persistencia, sino de las innovaciones en general, y observan su impacto positivo y significativo tanto en las innovadoras continuas como en las esporádicas.

Otro estudio interesante es el realizado por Clausen *et al.* (2011). Con el fin de estudiar cómo las diferentes dimensiones de la dinámica innovadora se combinan dentro de la empresa, los autores analizan un grupo de empresas

noruegas para identificar diferentes estrategias innovadoras. A partir de la información provista por las encuestas de innovación, los autores observan que las empresas se pueden clasificar según sus inversiones específicas en materia de innovación, sus vínculos y sus capacidades, y proponen una clasificación similar a la de Pavitt (1984), pero a nivel de empresas (y no de sectores). A partir de esta clasificación, los autores corroboran la existencia de persistencia en el caso de empresas de base científica (intensivas en I+D) y aquellas orientadas al mercado (innovadoras de producto), pero no en el caso de las empresas con esfuerzos esporádicos en innovación (el grupo ad hoc) ni en las dominadas por proveedores.

Otro conjunto de estudios lo conforman aquellos abordajes que analizan la persistencia en la obtención de patentes. Entre ellos, vale destacar los realizados por Malerba *et al.* (1997), Cefis y Orsenigo (2001) y Gerosky *et al.* (1997). En los tres casos, el poder explicativo de las innovaciones pasadas en las presentes, aproximadas a partir de la obtención de patentes, es bajo y concentrado en algunos sectores productivos. Malerba *et al.* (1997), sin embargo, observan que aunque el porcentaje de firmas en las que se produce el fenómeno de persistencia es bajo, estas mismas firmas explican la mayoría de las patentes otorgadas. Cefis y Orsenigo (2001), por su parte, destacan que existe una fuerte tendencia a perpetuarse tanto como firma innovadora como en firma no innovadora, aunque, en términos agregados, la persistencia tiene un efecto bajo que además disminuye en el tiempo. Finalmente, los resultados alcanzados por Gerosky *et al.* (1997) sobre un conjunto de firmas de Reino Unido que obtuvieron patentes en los Estados Unidos, coinciden con los obtenidos por Malerba *et al.* (1997), y solo se observa un reducido grupo de empresas en las que se manifiesta persistencia.

En síntesis, los abordajes empíricos de la persistencia innovadora pueden agruparse entre aquellos que explican el fenómeno desde los resultados (los *output*) y los que estudian la dinámica de los esfuerzos (los *inputs*). Entre los primeros, se encuentran los análisis sobre trayectorias de patentamiento y grandes innovaciones. Entre los segundos, el estudio de la dinámica de gastos en innovación. En todos los casos existe consenso en que las inversiones en actividades de innovación, el tamaño de la firma, su pertenencia sectorial y sus capacidades son factores explicativos de la recurrencia en la innovación. Sin embargo, la evidencia no es concluyente respecto de la relación entre innovaciones pasadas e innovaciones presentes. Es decir, el fenómeno de persistencia a veces se cumple, a veces no.

## Modelo y metodología

### Las hipótesis

H1: Existe una relación positiva y significativa entre las innovaciones pasadas y presentes, que es la manifestación observable de la generación de círculos virtuosos entre el desempeño innovador, los esfuerzos innovativos y las capacidades de la firma.

H2: Aquellas empresas con una conducta innovativa continua son más propensas a innovar de manera sostenida en el tiempo.

H3: Dado el cambio en el escenario macroeconómico, algunas firmas modificaron su estrategia innovativa y ello impactó en la probabilidad de entrar y mantenerse en el club de las innovadoras.

### Los datos

El modelo será testeado en un panel de datos que surge del empalme de cuatro encuestas de innovación realizadas en la Argentina entre 1998 y 2006 (INDEC, 2010). A partir del empalme de encuestas, se conformó un panel balanceado para el período 1998-2006, que incluye un total de 800 empresas manufactureras (CIU 15 a 36) que han participado en los cuatro ejercicios. Los datos fueron recogidos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) y el cuestionario utilizado en todos los casos estuvo basado en las recomendaciones del Manual de Oslo (OCDE, 2005) y el Manual de Bogotá (RICyT, 2000), lo que garantiza la posibilidad de empalmar las variables de los diferentes ejercicios así como la comparabilidad internacional de los indicadores de innovación (especialmente porque emula el abordaje de la Community Innovation Survey).

Dado el requisito de haber participado en las cuatro encuestas, todas las empresas se establecieron antes de 1998 (primer año de la primera encuesta de innovación utilizada) y todas ellas sobrevivieron a la peor crisis en la historia de la Argentina. Eso significa que la muestra presenta un sesgo hacia las empresas “exitosas” o, por lo menos, a las que lograron hacer frente a la recesión de 1998-2001. Dado que el objetivo de este estudio es analizar los tipos de comportamiento innovador en un período relativamente largo de tiempo, es importante tener en cuenta que el grupo está compuesto por las empresas con un desempeño relativamente mejor que la media de las empresas industriales argentinas.

## El modelo

Para testear las hipótesis, se construyó un modelo capaz de estimar el impacto de las innovaciones pasadas en la probabilidad de alcanzar innovaciones en el presente, dada la conducta innovativa de la firma. Puesto que la variable dependiente es de tipo binario (innovó o no innovó en el momento  $t$ ), se optó por un Probit dinámico, con efectos aleatorios, lo que, además, controla la heterogeneidad micro y permite la inclusión de efectos no observados. Para el control de la condición inicial, se utilizó la solución de Wooldridge (2005) aplicando el valor promedio de las variables explicativas<sup>2</sup> así como también el valor de la variable dependiente en el momento cero, de forma similar a los abordajes realizados por Raymond *et al.* (2010), Peters (2009) y Clausen *et al.* (2011). La ventaja de esta solución radica en que permite relajar el supuesto de independencia entre las variables explicativas y los efectos no observables. En términos teóricos, esta solución asume que las características no observadas de las empresas se pueden aproximar como una función lineal de su comportamiento observable. En el caso de los estudios de persistencia, esto implica que la dinámica innovadora de la empresa (vínculos, gastos, recursos humanos calificados, el acceso a fondos externos, etcétera) es en parte el resultado de sus características no observables.

El período en análisis fue segmentado en tres subperíodos: 1998-2001, 2002-2004 y 2005-2006 con el fin de distinguir tanto los determinantes macro como el retardo entre las inversiones en innovaciones y los resultados (las innovaciones). Esta segmentación también surge de asumir que la innovación es un proceso que puede ir más allá del año calendario, así como también debido a restricciones dadas por los datos. A partir de estos subperíodos, las variables continuas fueron recalculadas como promedios anuales y aquellas en moneda doméstica fueron deflactadas por el índice de precios al productor, base 1998, estimado por el INDEC. Para las variables dicotómicas, el criterio utilizado fue el de una respuesta positiva en al menos un año de cada subperíodo.<sup>3</sup>

---

2 La solución propuesta por Wooldridge (2005), derivada del modelo de Chamberlain (1992) para efectos aleatorios, está dada por la inclusión de las variables independientes en cada momento en el tiempo. Siguiendo lo planteado por Peters (2009), Clausen *et al.* (2001) y Raymond *et al.* (2010), reemplazar estas variables por su valor promedio permite minimizar la cantidad de variables explicativas sin que ello afecte los resultados de la estimación.

3 Vale aclarar que la diferente cantidad de años incluidos en cada subperíodo afecta la cantidad de innovaciones totales declaradas (es más probable que una empresa haya innovado si se la consulta por un período de cuatro años en lugar de uno de dos).

Formalmente, el modelo se define como:

$$Inno_{ti} = \beta_0 + \beta_1 LInno_{ti} + W_{ti} + w_i + T_t + \mu_i + \epsilon_{ti} \quad (1.a)$$

$$Inno_{ti} = \beta_0 + \beta_1 LInno_{cont_{ti}} + \beta_2 LInno_{new_{ti}} + \beta_3 LInno_{spor_{ti}} + W_{ti} + w_i + T_t + \mu_i + \epsilon_{ti} \quad (1.b)$$

$$W_{ti} = \beta_a II_{ti} + \beta_b IB_{ti} + \beta_c QHR_{ti} + \beta_d link_{ti} + \beta_e Ixpo_{ti} + \beta_f rec\_ext_{ti} + \beta_g Tam_{ti} \quad (2)$$

$$w_i = KO_i + MLT_i + MHT_i + HT_i \quad (3)$$

$$\mu_i = \alpha_0 + \alpha_1 Inno_{0i} + \sum_{t=0}^T \alpha_n W_{ti} + \epsilon_i \quad (4)$$

Las ecuaciones 1.a y 1.b implican que la innovación en el momento  $t$  ( $Inno_{ti}$ ) depende de la innovación en  $t-1$  ( $LInno_{ti}$ ), un conjunto de atributos observables que varían entre firmas y en el tiempo ( $W_{ti}$ ), un set de atributos que no varían en el tiempo pero también observables ( $w_i$ ) y un conjunto de características idiosincráticas, no observables e invariables en el tiempo ( $\mu_i$ ).

Siguiendo las recomendaciones del Manual de Oslo (OCDE, 2005), las encuestas incluían preguntas respecto del desarrollo de nuevos productos, procesos o prácticas organizacionales o de comercialización o de la realización de mejoras significativas sobre los productos, procesos o prácticas existentes (innovaciones) para el período de referencia. De haberlos desarrollado, los entrevistados debían aclarar si se trataba de productos, procesos o prácticas nuevas para la empresa, para el mercado o para el mundo. A los efectos de este documento y dado que una innovación específica puede desencadenar nuevas innovaciones en otras áreas de la empresa (un nuevo producto que da lugar a un nuevo canal de comercialización), una firma fue definida como innovadora si declaró al menos una innovación, independientemente del tipo (producto, proceso, organización, comercialización) y del alcance (nuevos para la empresa, el mercado o el mundo).

---

Desafortunadamente, la forma en que se abordó esta pregunta en el cuestionario (en los cuatro ejercicios se consulta sobre innovaciones en el período) hace que sea imposible utilizar variables que abarquen iguales períodos de tiempo.

Para la estimación de las características observables ( $W_{it}$ ), dada la disponibilidad de información, se incluyeron variables que controlaran las tres dimensiones identificadas: esfuerzos, capacidades y recursos financieros.<sup>4</sup>

Para aproximar los esfuerzos en innovación se incluyeron dos indicadores: el de intensidad de los gastos (II) y el de balance (IB). La intensidad innovativa surge del cociente entre los gastos en actividades de innovación y las ventas. Se asume que a mayor gasto relativo, mayor es el compromiso de la firma con la búsqueda de mejoras tecnológicas y organizacionales, lo que de hecho encuentra su confirmación empírica en diversos trabajos con la misma información, aunque con modelos y paneles diferentes (Chudnovsky *et al.*, 2004; Lugones *et al.*, 2007; López y Arza, 2008).

La distribución del gasto en innovación es otro indicador con probado impacto en la dinámica de la firma (Lugones *et al.*, 2007; Yoguel *et al.*, 2011). Este indicador se basa en el postulado teórico que sostiene que la generación y aplicación de nuevo conocimiento, y su introducción al mercado a partir de innovaciones, es el resultado del esfuerzo deliberado, más o menos planificado, en la búsqueda de mejoras tecnológicas y organizacionales. Estos esfuerzos deben combinar la incorporación de conocimiento desarrollado fuera de la empresa con la creación endógena de nuevo conocimiento de manera de poder absorberlo y transformarlo en un producto o proceso innovador. Para el cálculo del indicador se aplicó la fórmula desarrollada por Lugones *et al.* (2007) (tabla 1).

La notación general del índice sería:

$$B_i = \frac{n - \sum_{j=1}^n \frac{\left( \left( \frac{g_j}{A} \right) - \alpha_j \right)}{\left( \frac{g_j}{A} \right) + \alpha_j}}{n} \text{ con } 0 < B_i \leq 1$$

4 En el Anexo 1 se resume el tratamiento aplicado a cada variable.

Tabla 1. Categorías de esfuerzos en actividades de innovación

Categoría (j)	Descripción	Ponderación ( $\alpha$ )
a	Investigación y desarrollo (interna y externa)	0,25
b	Ingeniería y diseño industrial (IDI) + Capacitación	0,25
c	Bienes de capital + Hardware	0,25
d	Transferencia de tecnología (TT) + Consultorías + Software	0,25

Fuente: Lugones *et al.*, 2007.

Donde  $i$  es el identificador de la empresa,  $j$  es el identificador de cada categoría de gasto (4 en este caso),  $g$  es el gasto efectuado en cada categoría ( $j$ ),  $AI$  es el gasto total acumulado en actividades de innovación,  $\alpha$  es el coeficiente de ponderación para cada  $j$  (en este caso 0,25 para cada conjunto de actividades, con lo que la suma total es igual a 1) y  $n$  es el número total de categorías analizadas (4 en total). Es importante notar que se utilizará el gasto acumulado en cada subperíodo debido que a que es esperable que la firma distribuya los gastos entre las actividades de innovación asignándolos en función de la disponibilidad de financiamiento y la posibilidad de fraccionar el gasto.

De esta forma, el IB en cada subperíodo se encontrará entre (0,1). Aunque no puede tomar el valor cero, sí puede tender a él de forma infinita dado el coeficiente de ponderación y el número de categorías. Los autores asignan iguales valores de ponderación en cada categoría (0,25 cada una) con el objeto de analizar los valores alcanzados por diferentes grupos de empresas y denominan balanceadas a aquellas con un IB mayor o igual a 0,5 y sesgadas a las que presentan valores inferiores. De esta forma, IB equivaldrá a 1 para las firmas balanceadas y 0 para las firmas sesgadas. Es evidente que el análisis se reducirá al panel de firmas innovativas (empresas que declararon gastos en innovación, independientemente de los resultados alcanzados). Para las firmas no innovativas, el IB será establecido en 0 de manera de evitar la pérdida de observaciones.

La inclusión de la dimensión de capacidades se realiza a partir de los profesionales y las vinculaciones que la firma ha establecido con diferentes agentes del sistema nacional de innovación. La dotación de recursos humanos calificados ( $QHR_{it}$ ) fue estimada a partir del número absoluto de profesionales, bajo el supuesto de que a más años de educación formal,

mayor nivel de competencias de las personas que conforman la firma.<sup>5</sup> Este tipo de variables usualmente se incluye en niveles relativos (por ejemplo, respecto del total de empleo). Sin embargo, siguiendo lo señalado por Arocena y Sutz (1999), el valor absoluto de los profesionales e incluso una variable *dummy* para distinguir las empresas con y sin profesionales en su plantel son buenas aproximaciones de lo que sucede en términos de competencias y dinámicas innovadoras.

También como medida proxy de las capacidades se incluye una variable *dummy* ( $Link_{t_i}$ ) que asume el valor 1 si la empresa declaró haberse vinculado con algún agente del sistema nacional de innovación.<sup>6</sup> A pesar de los desalentadores resultados empíricos (bajas tasas de vinculación-cooperación), existe evidencia que permite sostener que para vincularse, la firma debe haber atravesado un umbral de competencias mínimas tal que le permita seleccionar un interlocutor e interactuar con él (Suarez, 2009; Yoguel *et al.*, 2011). En consecuencia, se asume que si la empresa se ha vinculado, cuenta, al menos, con ese mínimo de competencias. Desafortunadamente, la información recogida durante el ejercicio 2002-2005 no es comparable con los otros dos ejercicios, por lo que debe ser excluida del análisis. Es así que la variable vinculaciones se incluyó como dos *dummies* invariantes en el tiempo, una para el período 1998-2001 ( $link_{t-2}$ ) y otra para el período 2005-2006 ( $Link_t$ ) multiplicadas por T (subperíodo), de manera de activarlas en el subperíodo correspondiente.

Como proxy de la disponibilidad de recursos se utilizó información sobre acceso a recursos externos para financiar las actividades de innovación (bancos públicos o privados, agencias de desarrollo, la cadena de valor, etcétera). Rec\_ext es una variable binaria que asume 1 en caso afirmativo y 0 en caso contrario para cada subperíodo. Puesto que la falta de recursos ha sido señalada, en todas las encuestas, como el obstáculo más importante para la realización de innovaciones, se asume que si la empresa ha logrado superar esa barrera, estará en una mejor posición financiera que aquellas que no.

---

5 La inclusión de valores absolutos puede sesgar la muestra a favor de las empresas grandes. Sin embargo, la inclusión de variables relativas (profesionales respecto del empleo total) sesga la muestra hacia las firmas medianas y pequeñas. Ambas medidas fueron estimadas y los resultados no difieren significativamente.

6 La encuesta consulta por la vinculación para la innovación con universidades, laboratorios y centros de I+D, consultoras, empresas del grupo/casa matriz, clientes, proveedores, competidores y organismos públicos de fomento, independientemente de la existencia de acuerdos formales (cooperación).

La intensidad exportadora se incluyó como una segunda variable relacionada con la disponibilidad de excedentes para invertir en innovación, estimada a partir del cociente entre las exportaciones totales y las ventas ( $Ixpo_{t,i}$ ). Se asume, en este caso, que la salida exportadora permite a la firma estabilizar sus ingresos a lo largo del ciclo económico doméstico en tanto combina la demanda interna con la externa. Al mismo tiempo, se asume que a mayor intensidad exportadora, mayor es el nivel de ingresos y la competitividad de la empresa y, con ello, mayor la disponibilidad de fondos.

A fin de controlar los efectos que no varían en el tiempo, se incluyeron tres variables binarias, todas ellas con demostrado impacto en la dinámica innovadora: tamaño, origen del capital y sector, en todos los casos rezagado un período. El utilizar el subperíodo 2002-2004 como punto de referencia responde a la turbulencia económica registrada entre 1998 y 2001 y el histórico nivel de crecimiento de 2005-2006.

Para la distinción sectorial, la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) fue reagrupada en cuatro categorías a partir de la taxonomía según intensidad tecnológica desarrollada por la OCDE (1997): alta tecnología (HT), media-alta tecnología (MHT), media-baja tecnología (MT) y baja tecnología (LT).<sup>7</sup> El tamaño de la firma fue controlado a partir del empleo total en cada subperíodo (Tam) en valores absolutos (mano de obra) y aplican las mismas salvedades que para la variable QHR. Una “empresa con participación de capital extranjero” fue definida como aquella firma que cuenta con más del 1% de sus acciones en propiedad de capital extranjero en t-1 (OK).<sup>8</sup>

Una de las limitaciones del modelo propuesto es el supuesto de estricta exogeneidad de las variables explicativas. Esto implicaría que las innovaciones anteriores no afectan las competencias, los esfuerzos futuros o la situación financiera de la empresa. Para relajar parte de este supuesto, el modelo se implementará en dos etapas. En la primera, solo se incluyeron la variable dependiente rezagada (innovación en el período anterior para cada estrategia), la condición inicial ( $Inno_0$ ) y las variables invariantes en el tiempo. En un segundo paso, se incluyeron todas las variables y el modelo se estimó nuevamente.

7 Las industrias HT incluyen las siguientes clasificaciones CIIU 353, 2423, 30, 32, 33; MHT incluye: 31, 34, 24 (excl. 2423), 352, 359, 29; MLT: 351, 25, 23, 26-28; LT: 37, 20-22, 15-19 (OCDE, 1997).

8 En promedio, para las firmas con participación de capitales extranjeros, esta participación alcanza el 70% del capital, lo que implica que la distinción simple entre “con” y “sin” resulta suficiente para captar el fenómeno que diferencia a las firmas nacionales del resto.

La ecuación 1.b da cuenta de la inclusión de las estrategias y su interacción con la dinámica innovadora e implica que la relación entre innovaciones pasadas y presentes se encuentra afectada por el tipo de dinámica innovativa de la firma, en particular, por la frecuencia y sostenimiento del proceso innovativo (si fue continuo, nuevo o esporádico), y las empresas no innovadoras (sin gastos de innovación) son la conducta de referencia.

La construcción de las conductas innovativas se basa en dos supuestos. El primero sostiene que el comportamiento innovativo de la empresa puede ser observado solo en largos períodos de tiempo (al menos más extensos que los captados por las encuestas), el que además depende de las conductas pasadas (*path dependence*). El segundo afirma que la frecuencia de los gastos en innovación es un buen indicador del comportamiento innovativo en sentido amplio. En términos prácticos, esto implica que la estrategia innovativa de la firma se definirá sobre la base de la continuidad de su gasto en actividades de innovación en dos subperíodos consecutivos: la conducta de la firma para el subperíodo 2002-2004 se basa en los esfuerzos innovativos de la empresa durante 1998-2001 y 2002-2004, y la conducta para el subperíodo 2005-2006, en los gastos realizados durante 2002-2004 y 2005-2006.

Las firmas que durante dos períodos consecutivos no realizaron esfuerzos en innovación fueron clasificadas como “no innovativas”, independientemente de los resultados que pudieran haber declarado.

Dados estos supuestos y los criterios de clasificación, se definieron cuatro estrategias:

- no innovativa (NI): firmas que no realizaron esfuerzos en innovación durante dos subperíodos consecutivos;
- innovativas esporádicas (Spor): empresas que realizaron esfuerzos solo en el primero de los subperíodos;
- nuevas innovativas (New): empresas que siendo no innovativas en el primer subperíodo, realizaron esfuerzos en el subperíodo siguiente;
- innovativas continuas (Cont): firmas que realizaron esfuerzos en innovación en dos subperíodos consecutivos.

En la tabla 2 se presenta la distribución del panel de acuerdo con las estrategias definidas para los subperíodos 2002-2004 y 2005-2006. En cada momento, las no innovativas representan un pequeño grupo (26% y 24% para cada subperíodo), lo que implica una subestimación de la población total, resultado de la elevada tasa de mortalidad. De hecho, resulta

sorprendente que las firmas hayan logrado sobrevivir sin realizar ningún tipo de inversión en mejoras tecnológicas u organizacionales.

Tabla 2. Distribución del panel por estrategia

	1998-2004		1998-2006	
	# de empresas	%	# de empresas	%
Innovativas continuas	366	46	445	56
Nuevas innovativas	145	18	100	12
Innovativas esporádicas	80	10	64	8
No innovativas	209	26	191	24
<b>Total</b>	<b>800</b>	<b>100</b>	<b>800</b>	<b>100</b>

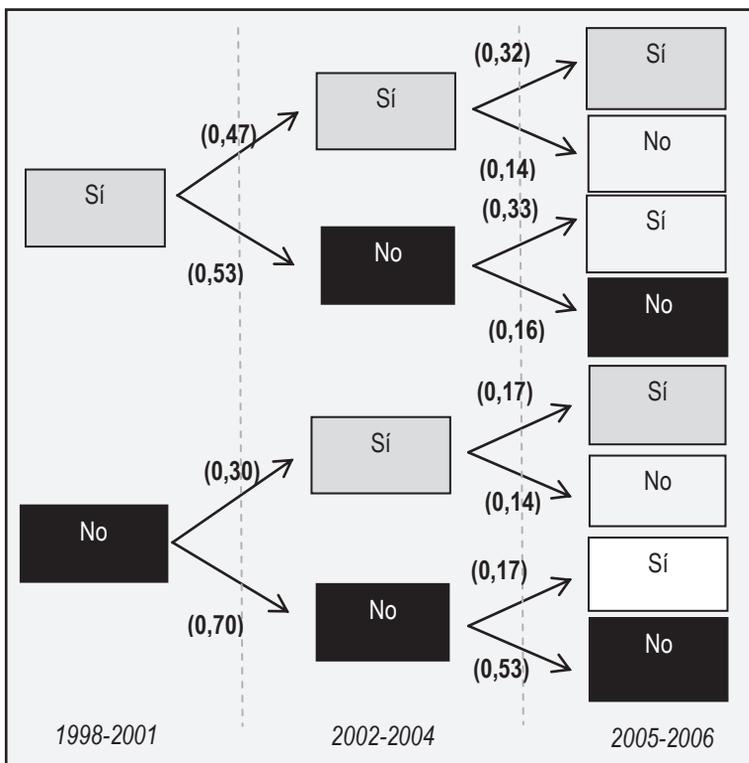
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC (2010).

## Resultados

### Probabilidades de transición

Una forma simple de obtener una primera aproximación al fenómeno de persistencia surge de analizar las probabilidades de transición. Aunque este tipo de esquemas carece de los controles básicos, sirve para entender lo que sucede con el panel y cuál es la trayectoria de aquellas empresas que alcanzaron innovaciones. A continuación, se presenta en forma de diagrama de árbol la trayectoria de las firmas que innovaron y la de aquellas que no, lo que permite tantas ramificaciones como combinaciones (gráfico 1). Entre un momento y otro, se incluyen las probabilidades respecto de la condición inicial. Esta esquematización, aunque precaria, pone de manifiesto dos cuestiones. La primera, relacionada con la dinámica innovadora, la segunda, con el período bajo análisis.

Gráfico 1. Empresas innovadoras. Probabilidades de transición. Panel Total\*



\* “Sí (No)” implica que la firma (no) ha alcanzado innovaciones. Dentro de los recuadros: número de empresas; entre paréntesis: probabilidades respecto de la condición inicial (t-2)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC (2010).

En cuanto a la dinámica innovadora, mientras que entre 1998 y 2001 (en adelante, t-2), la probabilidad de ser innovador fue del 58%, entre 2002 y 2004 (en lo sucesivo, t-1), la probabilidad de serlo, sujeta a una respuesta positiva en el período anterior, fue del 47%. Entre 2005 y 2006 (en lo sucesivo, t), la relación cae de nuevo y si la empresa fue innovadora en t-1 y t-2, la probabilidad de serlo en t se reduce a un 32%. La trayectoria

de las empresas no innovadoras, por su parte, es mucho más clara: mientras que el 42% del panel reportó no haber innovado en t-2, esta condición se sostiene con una probabilidad del 70% en t-1 y del 53% en t (sujeta a una respuesta negativa en t-2 y t-1). En este sentido, la persistencia parece existir en términos negativos (no ser innovador se mantiene en el tiempo), pero no en términos positivos (haber innovado en el período anterior no parece, a priori, asociado con las innovaciones en el período siguiente).

Otro dato interesante es la aparente correlación entre la condición inicial y la situación final: independientemente del resultado en t-1, si la empresa innovó en t-2, la probabilidad de ser innovadora en t es del 66%. A la inversa, casi el 70% de las firmas no innovadoras en t-2 se mantuvieron como tales en t, nuevamente, independientemente del resultado en t-1.

Con el fin de obtener una primera aproximación a las estrategias innovativas, en la tabla 3 se presentan las mismas probabilidades de transición pero distinguiendo por estrategia, según lo detallado antes: innovativas continuas, nuevas y esporádicas. Dado que se acepta que las empresas pueden cambiar su estrategia, la transición en este caso se analiza en términos de persistencia innovadora en sí misma y se presentan los porcentajes sobre el total de empresas innovadoras para cada comportamiento en el período 1998-2001.

Se observa que el 50% de las empresas innovativas continuas muestran persistencia a lo largo de todo el período, es decir, 18 puntos porcentuales por encima del valor medio que alcanza el panel. Entre el grupo de innovativas esporádicas, se observa la situación opuesta: solo el 3% de las empresas muestra la persistencia en todos los subperíodos y más del 50% nunca ha innovado. Las nuevas innovativas muestran resultados interesantes. Dentro de este grupo, aunque solo el 38% declaró haber innovado en t-2, más del 68% de este grupo se mantendrá como innovador a lo largo de todo el período.

En síntesis, la evolución de las innovadoras parece diferir significativamente entre los distintos comportamientos innovativos identificados. Mientras que el grupo de firmas continuas muestra un aumento constante en el número de innovadoras y un bajo nivel de empresas sin resultados, y las nuevas innovativas siguen un patrón similar, pero a partir de 2002-2004, entre las firmas de estrategia esporádica, la tasa de innovadoras es muy baja, cercana incluso a las empresas que no realizaron esfuerzos en innovación.

Tabla 3. Conductas innovativas. Persistencia innovadora\*

	Conducta innovativa t-2 & t-1			
	t-2		t-2 & t-1	
	# de empresas (a)	% / conducta	# de empresas	% / (a)
<b>Continua</b>	339	92,62	164	48,38
<b>Nueva</b>	39	26,90	28	71,79
<b>Esporádica</b>	68	85,00	25	36,76
<b>No innovativa</b>	24	11,48	4	16,67
<b>Total</b>	470	58,75	221	47,02

	Conducta innovativa t-1 & t			
	t-2		t-1 & t	
	# de empresas (b)	% / conducta	# de empresas	% / (b)
<b>Continua</b>	344	77,30	176	51,16
<b>Nueva</b>	38	38,00	26	68,42
<b>Esporádica</b>	32	50,00	1	3,13
<b>No innovativa</b>	56	29,32	2	3,57
<b>Total</b>	470	58,75	205	43,62

\* Innovadora: empresas con innovaciones (resultados positivos). % (a) y (b) sobre el total de firmas para cada conducta.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC (2010).

### Estimación del modelo

La tabla 4 presenta la estimación del modelo definido previamente. Cuando se incluyen solo atributos estructurales –tamaño, origen de capital y sector de actividad– y la condición inicial (Modelo 1 - ecuación 1.a), la persistencia se confirma, pero con el signo opuesto al predicho por la teoría, aunque coincidente con lo observado en las probabilidades de transición. Medido en valores promedio para todo el panel, si la empresa innovó en t-1, la probabilidad de innovar en t se reduce en un 48%. Cuando se aplica la condición multiplicativa diferenciando por estrategia (ecuación 1.b), estos resultados cambian significativamente: la persistencia se confirma con el signo esperado para las empresas innovativas continuas y nuevas, incluso con una probabilidad superior entre las segundas.

El impacto de los efectos no observables (d) es positivo y significativo solo cuando no se controla por conducta innovativa. La condición inicial (habiendo innovado en 1998-2001), el tamaño y la intensidad tecnológica tienen un impacto significativo en los dos modelos y aumenta la probabilidad de innovar en el presente. El control temporal y el intercepto tienen

una relación inversa con las innovaciones. El primero representa el impacto de la crisis económica. El segundo, las menores probabilidades entre las empresas que no realizaron esfuerzos en innovación. Finalmente, el origen de capital no tiene un impacto significativo, aunque esto podría ser el resultado de la fuerte correlación con el tamaño de la firma (a mayor tamaño, mayor probabilidad de contar con participación de capitales extranjeros).

Tabla 4. Modelo Probit dinámico, efecto aleatorio. Variable dependiente: Inno

	Modelo 1 – Eq. 1.a			Modelo 1 – Eq. 1.b		
	Coef.	Err. Std.	Eff. Marg.	Coef.	Std.	Eff. Marg.
<i>Ecuación estructural</i>						
$Linno_t$	-0,4845*	0,1877	-0,1635			
$Linno\_cont_t$				0,3188*	0,0873	0,1130
$Linno\_new_t$				0,5623*	0,1489	0,1994
$Linno\_spo_t$				-0,3699**	0,1515	-0,1311
MLT	0,2013*	0,1274		0,1262	0,0868	
MHT	0,3891*	0,1247	0,1313	0,2617*	0,0838	0,0928
HT	0,6435*	0,2124	0,2172	0,4220*	0,1426	0,1496
KO	0,1510	0,1371		0,0916	0,0937	
$Labor_t$	0,0008*	0,0002	0,0003	0,0005*	0,0001	0,0002
T-2	-0,3272*	0,0756	-0,1104	-0,3592*	0,0682	-0,1274
C	-0,6434*	0,1028		-0,5152*	0,0687	
<i>Heterogeneidad individual</i>						
$Inno_0$	0,9695	0,1768	0,3272	0,4246*	0,0812	0,1506
$Ln\_σ_u$	-0,3062	0,3627		-11,532	11,409	
$σ_u$	0,8581	0,1556		0,0031	0,0179	
$ρ$	0,4241*	0,0886		0,0000	0,0001	

\*\* y \* significancia al 1% y 5%, respectivamente. Observaciones: 800. T-3 omitido debido a colinealidad. RE Probit, errores estándar. Efectos marginales estimados a partir del método Delta, asumiendo  $Inno_0 = 1$  y  $μ_i = 0$ . Estimaciones basadas en Gauss–Hermite, 12 puntos de cuadratura. Chequeo de cuadraturas, sin variaciones superiores al 1%.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC (2010).

Al estimar el modelo completo, el fenómeno de persistencia pierde significación para el panel general, pero sigue siendo positivo y significativo para las empresas de conducta continua y para las nuevas innovativas (tabla 5). Al igual que para la estimación anterior, la persistencia no se confirma entre las firmas de conducta esporádica.

Tabla 5. Modelo Probit dinámico, efecto aleatorio. Variable dependiente: Inno

	Modelo 2 – Eq. 1.a			Modelo 2 – Eq. 1.b		
	Coef.	Std. Err.	Marg. Ef.	Coef.	Std. Err.	Marg. Ef.
<i>Ecuación estructural</i>						
<i>Linno<sub>t</sub></i>	-0,0875	0,1843				
<i>Linno_cont<sub>t</sub></i>				0,2113**	0,0961	0,0658
<i>Linno_new<sub>t</sub></i>				0,6075*	0,1574	0,1892
<i>Linno_spo<sub>t</sub></i>				-0,1079	0,1576	
MLT	0,0593	0,1081		0,0408	0,0928	
MHT	0,1270	0,1050		0,1110	0,0901	
HT	0,2947	0,1845		0,2359	0,1568	
KO	-0,0289	0,1194		-0,0346	0,1025	
<i>II<sub>t</sub></i>	2,2111	1,0696		1,7156***	0,9931	0,5342
<i>IB<sub>t</sub></i>	0,5676*	0,1157	0,1714	0,4736*	0,1005	0,1475
<i>QHR<sub>t</sub></i>	0,0014	0,0021		0,0015	0,0019	
Link.t-2						
Link.t	1,2397*	0,1388	0,3743	1,1418*	0,1059	0,3555
<i>Rec_ext<sub>t</sub></i>	0,4949*	0,1402	0,1494	0,4065*	0,1219	0,1266
<i>Ixpo<sub>t</sub></i>	-0,1270	0,1097		-0,1190	0,1003	
<i>Tam<sub>t</sub></i>	0,0006	0,0007		0,0005	0,0006	
T-2	0,2211**	0,1013		0,1784***	0,0877	0,0556
C	-1,1265*	0,1219		-1,0359*	0,0859	

**Heterogeneidad estructural**

$Inno_0$	0,3938**	0,1594	0,1189	0,2151**	0,0896	0,0670
m_II	3,3372**	1,5415	1,0075	2,8818**	1,3479	0,8973
m_QHR	-0,0034	0,0025		-0,0031	0,0022	
m_Ixpo	0,2543	0,1921		0,2262	0,1631	
m_tam	0,0001	0,0007		0,0001	0,0006	
$Ln_{\sigma_u}$	-1421626	0,7751678		-1,2873	2,1685	
$\sigma_u$	0,4912	0,1904		0,0016	0,0174	
$\rho$	0,1944***	0,1214		0,0000	0,0001	

\*\*\*, \*\* y \* significancia al 1%, 5% y 10% , respectivamente. Observaciones: 800. m\_ equivale al valor promedio individual, para todo el período, de la variable correspondiente. T-3 y Link-t-2 omitidos debido a colinealidad. RE Probit, errores estándar. Efectos marginales estimados a partir del método Delta, asumiendo  $Inno_0 = 1$  y  $\mu_i = 0$ . Estimaciones basadas en Gauss-Hermite, 12 puntos de cuadratura. Chequeo de cuadraturas, sin variaciones superiores al 1%.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC (2010).

En cuanto a las dimensiones asociadas al proceso innovativo, ambos modelos presentan resultados similares. Las empresas de gasto balanceado ( $IB=1$ ) tienen mayores probabilidades de lograr innovaciones, el nivel presente de gasto en innovación es la variable con mayor impacto una vez controladas las estrategias, pero no es significativo para el panel general. Se observa, sin embargo, que el nivel medio de gasto en innovación tiene un impacto positivo y significativo. A pesar del hecho de que esta variable es solo un indicador de las características no observadas de la empresa, cuyo impacto total no puede leerse directamente de las estimaciones, sí es posible sostener que su signo y significatividad responde a que los proyectos de innovación no necesariamente tienen una duración correspondiente a los subperíodos aquí identificados. Asimismo, resulta un indicio respecto de la importancia del sostenimiento de los esfuerzos.

Los vínculos para el período  $t$  y el acceso a recursos externos tienen un impacto positivo y significativo sobre la probabilidad de innovar, pero, sorprendentemente, el nivel de profesionales y de exportaciones no. Finalmente, el impacto de la condición inicial sigue siendo importante en ambos modelos, pero las variables estructurales (tamaño y sector) no.

## Discusión de las hipótesis

En relación con las hipótesis, la primera parte de H1 (una relación positiva entre las innovaciones pasadas y presentes) no se confirma. Cuando las variables estructurales y las dimensiones innovativas son controladas, no existe relación ni positiva ni significativa entre las innovaciones a lo largo del tiempo. En consecuencia, es posible sostener que las innovaciones anteriores son la manifestación de otros factores que afectan el desempeño innovador de la empresa. Los esfuerzos en innovación y las capacidades de la firma tienen un impacto significativo sobre las innovaciones actuales, pero la combinación de estas dimensiones y el proceso de aprendizaje que se supone desencadenan no son capturadas por la variable “innovaciones pasadas”. En este sentido, se confirma lo predicho por la teoría: el nivel y el tipo de actividades innovativas (inversiones), la interacción con el sistema nacional de innovación (vínculos) y el acceso a fuentes externas (situación financiera) son aspectos importantes de la dinámica innovadora y explican por qué una empresa se mantiene como tal. En cuanto a los recursos humanos, los resultados aquí obtenidos (sin impacto significativo) son bastante sorprendentes y se espera que futuros análisis, más detallados, permitan explicar la falta de correlación.

La evidencia permite confirmar las hipótesis 2 y 3 ya que en aquellas firmas con una estrategia continua, como así también entre las nuevas innovativas, se verifica persistencia. Esto implica no solo que la acumulación y el proceso de aprendizaje de alguna manera están capturados por la variable innovaciones alcanzadas, sino también la existencia de una estrategia diferente que va más allá de la segmentación clásica entre empresas innovativas y no innovativas. El menor coeficiente de persistencia entre el grupo continuo (con respecto a la nuevas) podría ser explicado por el efecto *lock-in* que generan los proyectos innovativos. Es decir, en medio de un cambio drástico en el entorno macro y en las reglas del juego, estas empresas se encontraban desarrollando una estrategia innovativa iniciada en períodos anteriores. Entonces, el menor coeficiente podría ser una medida del costo que implica adaptarse al nuevo contexto y, eventualmente, rediseñar la estrategia. Por el contrario, entre las nuevas innovativas, dado que su estrategia se inicia con el período de recuperación, sus proyectos nacen en línea con las nuevas características del entorno.

En cuanto a la evidencia empírica reseñada, los resultados obtenidos resultan, hasta cierto punto, coincidentes con lo observado en otros países, aunque en ninguno de los estudios revisados se observa una relación negativa entre las innovaciones pasadas y presentes. Respecto de las

coincidencias, estas se relacionan con el hecho de que la persistencia se confirma en algunos casos particulares. Para Raymond *et al.* (2010), solo existe persistencia genuina entre las firmas *high* y *medium-high-tech*. Para Clausen *et al.* (2011), solo cuando las estrategias de innovación se basan en la ciencia o se encuentran orientadas al mercado. Para Le Bas *et al.* (2011), cuando se alcanza innovación en la organización. En otras palabras, la persistencia se confirma cuando el análisis está condicionado a un tipo particular de conducta y no simplemente basado en una correlación serial. Esto implica que el fenómeno de la persistencia no es automático, sino que requiere esfuerzos implícitos, orientados a generar cambios tecnológicos y organizacionales.

La principal diferencia entre este análisis y los reseñados tiene que ver con el signo negativo (y significativo) de las innovaciones pasadas. Aunque una explicación puede residir en una simple correlación serial asociada a un efecto estadístico en lugar de un estado de dependencia real, los resultados son claramente consistentes con lo observado en las estadísticas descriptivas y es posible encontrar al menos dos explicaciones complementarias: una empírica y una teórica.

Desde un punto de vista empírico, si un proyecto de innovación supone un riesgo adicional (el tecnológico) y tiene, además, características específicas (tiempo de maduración de nuevos productos o procesos), entonces parece difícil de predecir, a priori, la cantidad de tiempo que debe pasar entre una innovación y su impacto en innovaciones subsiguientes. Por lo tanto, las innovaciones de  $t-2$  podrían tener un impacto sobre las innovaciones en  $t$ , pero no en las de  $t-1$ . En este caso, la persistencia existe, pero el período de tiempo usado cuando se intenta capturarla es erróneo. Apreciaciones similares se podrían hacer entre el período de tiempo en que los esfuerzos en innovación se manifiestan en resultados o que un aumento en las competencias de la firma amplía el abanico de opciones innovativas.

Desde un punto de vista teórico, al comparar este estudio con los realizados por otros colegas, se están comparando empresas que vienen de décadas de estabilidad macroeconómica (en Raymond *et al.*, empresas holandesas; en Peter, empresas alemanas; en Clausen *et al.*, empresas noruegas) con empresas que han atravesado por períodos de fuertes turbulencias y cambios en las reglas del juego. En consecuencia, resulta al menos complicado asumir que las dinámicas innovativas y los senderos de desarrollo innovador puedan ser explicados por los mismos abordajes teórico-metodológicos. Se requiere, por el contrario, una mayor comprensión e integración empírica del impacto del sistema de innovación en el que se insertan las empresas.

## Conclusiones

El objetivo del presente artículo ha sido analizar la relación entre las innovaciones pasadas y la probabilidad de alcanzar innovaciones en el presente para un grupo de empresas manufactureras argentinas para el período 1998-2006, es decir, el fenómeno de la persistencia entre las empresas localizadas en un país en desarrollo para un período de fuertes cambios macro. La motivación principal estuvo relacionada con el análisis de los determinantes endógenos de la competitividad vía innovación y la existencia de cambios en las estrategias de las empresas dado el entorno de inestabilidad y cambios abruptos en las reglas de juego. Un segundo objetivo estuvo relacionado con la búsqueda de criterios clave de política pública sobre la base de dos hipótesis excluyentes: si la persistencia se confirma, entonces las políticas públicas deberían diversificar los beneficiarios y maximizar la tasa de innovadoras. Si no, esta debería diversificar instrumentos de manera de acompañar a la firma a lo largo de toda la trayectoria innovativa.

En función de los objetivos, se construyó y testeó un modelo que relaciona las innovaciones presentes con las innovaciones pasadas y tres dimensiones clave del proceso innovativo: inversiones, capacidades y financiamiento. Al mismo tiempo, las empresas se clasificaron según la frecuencia de su gasto en innovación distinguiendo entre aquellas con esfuerzos sostenidos (innovativas continuas), aquellas cuyas inversiones en innovación fueron esporádicas (innovativas esporádicas) y aquellas que pasaron de ser no innovativas a realizar inversiones continuas en innovación (nuevas innovativas).

La relación entre innovaciones pasadas y presentes se testeó a partir de un modelo Probit dinámico con efectos aleatorios, controlando tanto los efectos no observables como la condición inicial, para un panel balanceado de 800 empresas manufactureras de diferentes tamaños y sectores. Los resultados confirman la existencia de persistencia solo en aquellos casos en los que la empresa llevó adelante una estrategia de innovación continua (incluyendo las nuevas innovativas), mientras que no se verifica cuando las empresas invirtieron de manera esporádica. Estos resultados también permiten sostener que la clasificación de acuerdo con la continuidad del gasto en innovación es un buen criterio para capturar parte de la microheterogeneidad existente en la estructura productiva, así como el impacto de un cambio en la estrategia de innovación de la empresa, en tanto el pasaje de no innovativa a nueva innovativa y luego a continua muestra trayectorias diferentes tanto de las de aquellas firmas que sistemáticamente invirtieron en innovación como de las de aquellas que nunca lo hicieron.

Desde un punto de vista metodológico, el análisis del caso argentino mostró que no existe una correlación automática entre las innovaciones pasadas y presentes. El fomento de la competencia, los esfuerzos innovadores y los vínculos deben ser controlados si queremos predecir la trayectoria innovadora de las empresas.

Desde la perspectiva teórica, los resultados ponen de manifiesto la necesidad de contar con elementos que permitan incluir las diferentes fuentes de heterogeneidad entre las firmas. En términos de Nelson y Winter (1982), esto significa mirar cómo cambian sus rutinas innovadoras y su desempeño; siguiendo a Antonelli (2008), implica mirar cambios en el *path dependence*. En términos de Jensen *et al.* (2007), significa analizar cómo se combinan las formas de aprendizaje que dan lugar a la creación de competencias. En pocas palabras, los resultados proveen evidencia respecto de la importancia de adoptar un enfoque evolutivo de las estrategias innovadoras de las empresas.

Finalmente, y desde la perspectiva del diseño de políticas, los resultados muestran que observar qué cambios estratégicos ha inducido la política pública sobre el comportamiento de las empresas parecería más importante que contar el número de innovaciones que ha logrado. En este sentido, la tasa de repitencia resultaría positiva cuando se está acompañando a la firma en la implementación de una conducta innovativa continua. En aquellos casos en los que lo que se promueve son conductas esporádicas, la innovación se vuelve dependiente del acceso a fondos públicos, sin traccionar conductas sustentables y autosuficientes en el largo plazo.

## Bibliografía

- Anlló, G. y Suárez, D. (2008). “Innovación: algo más que I+D. Evidencias iberoamericanas a partir de las encuestas de innovación: construyendo las estrategias empresarias competitivas”, en *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos/interamericanos*, RICyT. Buenos Aires, diciembre.
- Antonelli, C. (2008). *Localised technological change. Towards the economics of complexity*, Londres y Nueva York: Routledge.
- Arocena, R. y Sutz, J. (1999). “Looking at National Systems of Innovation from the South”, DRUID Summer Conference.
- Cefis, E. y Orsenigo, L. (2001). “The persistence of innovative activities: A cross-countries and cross-sectors comparative analysis”, *Research Policy*, 30(7), 1139-1158.

- Chamberlain, G. (1992). "Comment: sequential moment restrictions in panel data", *Journal of Business and Economic Statistics*, 10, 20-26.
- Chudnovsky, D.; López, A. y Pupato, G. (2004). "Innovation and productivity: A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001)", Documento de Trabajo 70, Departamento de Economía, Universidad de San Andrés, mayo.
- Clausen, T.; Pohjola, M.; Sapprasert, K. y Verspagen, B. (2011). "Innovation strategies as a source of persistent innovation", *Industrial and Corporate Change*, 22, 33-72.
- Fagerberg, J. (2003). "Innovation: A guide to the literature", Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo.
- Freeman, C. (1982). "Schumpeter or Schmookler?", en Freeman, C.; Clark, J. y Soete, L., *Unemployment and technical innovation. A study of long waves and economic development*, Londres: Pinter.
- Geroski, P.A.; Van Reenen, J. y Walters, C. F. (1997). "How persistently do firms innovate?", *Research Policy*, 26(1), 33-48.
- INDEC (2010). "Base Integrada de Desempeño Empresarial", Buenos Aires, INDEC.
- Jensen, M.B.; Johnson, B.; Lorenz, E. y Lundvall, B.Å. (2007). "Forms of knowledge and modes of innovation", *Research Policy*, 36(5), 680-693.
- Lall, S. (2001). *Competitiveness, technology and skills*, Chettenham: Edward Elgar.
- Le Bas, C.; Mothe, C. y Nguyen Thi, T.U. (2011). "Technological innovation persistence: literature survey and exploration of the role of organizational innovation", SSRN eLibrary.
- López, A. y Arza, V. (2008). "Characteristics of university-industry linkages in the Argentinean industrial sector", *Globelics México*, México D.F., 22 al 24 de noviembre.
- Lugones, G.; Suárez, D. y Le Clech, N. (2007). "Innovative behaviour and its impact on firms' performance", *Micro Evidence on Innovation in Developing Countries*, UNU-MERIT. Maastricht, Países Bajos, mayo-junio.
- Lundvall, B. Å. (1992). *National system of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*, Londres: Pinter.
- Malerba, F.; Orsenigo, L. y Peretto, P. (1997). "Persistence of innovative activities, sectoral patterns of innovation and international technological specialization", *International Journal of Industrial Organization*, 15(6), 801-826.

- Mansfield, E. (1962). "Entry, Gibrat's law, innovation, and the growth of firms", *The American Economic Review*, 52, 1023-1051.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- OCDE (1997). "Revision of the high-technology sector and product classification", T. Hatzichronoglou, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 1997/2, OECD publishing: 10.1787/134337307632.
- OCDE (2005). "Oslo Manual, 3rd. edition", Guidelines for collecting and interpreting innovation data.
- Pavitt, K. (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, 13, especialmente 353-369.
- Peters, B. (2009). "Persistence of innovation: stylised facts and panel data evidence", *The Journal of Technology Transfer*, 34(2), 226-243.
- Phillips, A. (1971). *Technology and market structure: a study of the aircraft industry*, Lexington: D. C. Heath.
- Raymond, W.; Mohnen, P.; Palm, F. y Van der Loeff, S.S. (2010). "Persistence of innovation in Dutch manufacturing: Is it spurious?", *The Review of Economics and Statistics*, 92(3), 495-504.
- RICyT (2000). *Manual de Bogotá: Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*, Bogotá: OEA-RICyT-COL-CIENCIAS-OCT.
- Schumpeter, J. (1934). *The theory of economic development* [1912], Cambridge: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, socialism, and democracy*, Nueva York: Harper and Brothers.
- Suárez, D. (2009). "Innovative strategies and their impact on the national innovation system dynamics", Globelics Dakar 2009, Senegal, septiembre.
- Wooldridge, J.M. (2005). "Simple solutions to the initial conditions problem in dynamic, nonlinear panel data models with unobserved heterogeneity", *Journal of Applied Econometrics*, 20(1), 39-54.
- Yoguel, G.; Robert, V.; Pereira, M. y Barletta, F. (2011). "The effects of feedbacks on firms' productivity growth. Micro, macro, and meso determinants of productivity growth in Argentinian firms", Globelics Buenos Aires 2011, noviembre.

## Anexo 1. Detalle y tratamiento de las variables utilizadas

Etiqueta	Detalle	Estimación	Valor
$Inno_{ti}$	Innovadora en producto, proceso, organización o comercialización	Al menos una innovación durante el subperíodo.	0;1
$Cont_{ti}$	Innovativa continua	Innovativa en t y t-1 / t-1 y t-2.	0;1
$New_{ti}$	Nueva innovativa	Innovativa en t / t-1.	0;1
$Spor_{ti}$	Innovativa esporádica	Innovativa en t, t-1 / t-2 .	0;1
$W_{ti}$	Características observables variables en el tiempo		
$II_{ti}$	Intensidad innovativa	Gasto en innovación sobre ventas. Promedio anual para el subperíodo.	0-∞
$IB_{ti}$	Innovativa balanceada	IB >= 0,5 en el subperíodo.	0;1
$QHR_{ti}$	Recursos humanos calificados	Número total de profesionales. Promedio anual para el subperíodo.	0-∞
$Link_{ti}$	Vinculaciones	Al menos una vinculación durante el subperíodo. Variable disponible para t y t-2.	0;1
$Ixpo_{ti}$	Intensidad exportadora	Exportaciones totales sobre ventas. Promedio anual para el subperíodo.	0-∞
$Rec_{ext_{ti}}$	Acceso a fuentes externas de financiamiento	Acceso a al menos una fuente externa de financiamiento durante el subperíodo.	0;1
$Tam_{ti}$	Tamaño	Empleo total. Promedio anual para el subperíodo.	0-∞
$w_i$	Características observables, invariantes en el tiempo		
$KO_i$	Origen del capital	Participación de capitales extranjeros >1% en t-1.	0;1
$Sec_i$	Intensidad tecnológica del sector	Clasificación OCDE en t-1: intensidad alta, intensidad media-alta, intensidad media-baja, intensidad baja. Una <i>dummy</i> para cada categoría.	0;1

$\mu_i$	Características no observables, invariantes en el tiempo		
$Inno_{0i}$	Condición inicial	Innovadora en t-2.	0;1
$\sum_{t=0}^T \alpha_n W_{ti}$	Promedio de las características observables		
$\epsilon y \epsilon$	Error estadístico		
	Subíndices		
$i$	Empresa		1-800
$t$	Subperíodo	$t = 2005-2006$ $t - 1 = 2002-2004$ $t - 2 t - 2 = 1998-2001$	3

## Anexo 2. Estadísticas descriptivas

Tabla A. Distribución de las conductas innovativas

1998-2004	2005-2006				
	Continuas	Nuevas	Esporádicas	No innovativas	Total
Continuas	325	0	39	2	<b>366</b>
Nuevas	120	0	25	0	<b>145</b>
Esporádicas	0	33	0	47	<b>80</b>
No innovativas	0	67	0	142	<b>209</b>
Total	<b>445</b>	<b>100</b>	<b>64</b>	<b>191</b>	<b>800</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC (2010).

Tabla B. Valores promedio – variables seleccionadas

	Firmas	II	IB	QHR	Link	Rec_ext	Ixpo
Persistencia 1998-2004	221	3,09	51,13	34,00	92,31	45,25	15,08
Persistencia 2004-2006	205	3,19	52,68	32,96	91,71	39,02	15,33
Persistencia 1998-2006	152	3,64	60,53	42,19	97,37	47,37	17,16
Continuas	366/445	3,31	53,91	30,80	91,07	45,53	16,67
Nuevas	145/100	1,62	23,83	10,41	71,21	22,69	11,58
Esporádicas	80/64	1,35	19,53	7,74	70,78	34,69	13,50
Total Panel	<b>800</b>	<b>2,09</b>	<b>33,63</b>	<b>18,93</b>	<b>75,13</b>	<b>31,13</b>	<b>13,17</b>

Firmas: número de firmas; II: intensidad innovativa, gasto total en innovación sobre ventas en porcentaje; IB: porcentaje de firmas con  $IB \geq 0,5$ ; QHR: número total de recursos humanos calificados en porcentaje por firma; Link: porcentaje de firmas con vinculaciones con el SNI; Rec\_ext: porcentaje de firmas que accedieron a recursos externos; Ixpo: intensidad exportadora, exportaciones sobre ventas en porcentaje.

Dado que el grupo de firmas que compone cada conducta innovativa cambia entre períodos, los valores promedio fueron estimados para cada grupo de acuerdo con su conducta (1998-2004 y 2002-2006) para el total del período y luego promediados entre ellos. Aunque esta estimación de valores promedio reduce el impacto de los valores extremos, facilita la comparación entre estrategias y persistencia.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC (2010).

Tabla C. Evolución de las variables seleccionadas

	II		IB		QHR		Link		Rec_ext		Iipo						
	98-01	02-04	05-06	98-01	02-04	05-06	98-01	05-06	98-01	02-04	05-06	98-01	02-04	05-06			
Persistencia 1998-2004	2,9	4,2	2,2	29,4	24,9	27,1	32,5	30,1	39,4	84,2	60,2	30,3	13,6	18,1	12,3	17,6	15,3
Persistencia 2004-2006	2,3	4,7	2,6	23,9	27,3	34,1	31,9	28,8	38,2	72,7	71,2	21,5	12,7	20,0	12,9	17,8	15,3
Persistencia 1998-2006	3,0	5,2	2,6	32,2	32,9	36,2	41,7	36,7	48,2	86,8	75,0	28,9	15,8	22,4	13,9	20,3	17,3
Continua	3,4	4,2	2,6	33,1	27,0	29,9	32,1	27,3	34,5	84,4	68,3	34,7	11,2	20,2	13,2	22,8	14,8
Nueva	0,0	5,0	1,6	0,0	18,6	15,0	9,3	14,0	9,0	46,2	43,0	0,0	16,6	13,0	11,7	16,1	9,3
Esporádica	2,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	13,0	7,8	5,7	78,8	15,6	36,3	0,0	0,0	11,7	13,6	15,5
<b>Panel total</b>	<b>1,8</b>	<b>2,9</b>	<b>1,6</b>	<b>16,4</b>	<b>15,8</b>	<b>18,5</b>	<b>18,5</b>	<b>16,4</b>	<b>21,9</b>	<b>62,9</b>	<b>47,6</b>	<b>19,6</b>	<b>8,4</b>	<b>12,9</b>	<b>11,1</b>	<b>16,6</b>	<b>11,9</b>

II: intensidad innovativa, gasto total en innovación sobre ventas, en porcentaje; IB: porcentaje de firmas con IB >= 0.5; QHR: número total de recursos humanos calificados en porcentaje por firma; Link: porcentaje de firmas con vinculaciones con el SIN; Rec\_ext: porcentaje de firmas que accedieron a recursos externos; Iipo: intensidad exportadora, exportaciones sobre ventas en porcentaje. Valores para 1998-2001 y 2002-2004 para cada conducta fueron estimados como valores promedio utilizando la conducta 2002-2004.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC (2010).

# La compleja relación entre el crecimiento de la productividad y la innovación; algunas evidencias del caso argentino

VERÓNICA ROBERT<sup>\*</sup>  
MARIANO PEREIRA<sup>\*\*</sup>  
RODRIGO KATAISHI<sup>\*\*\*</sup>  
GABRIEL YOGUEL<sup>\*\*\*\*</sup>

---

## Introducción

El objetivo de este artículo es contribuir, desde una perspectiva evolucionista ampliada por la teoría de la complejidad, al estudio de la relación entre la innovación y la dinámica de la productividad como un estimador del desempeño productivo de las firmas (Antonelli, 2011). En esa dirección, se discuten los principales aportes teóricos y metodológicos sobre esta relación y se enfatiza la importancia de incluir elementos conceptuales tomados de la teoría de la complejidad para dar cuenta de esta relación como un fenómeno sistémico afectado por múltiples *feedbacks* positivos. Específicamente, se analiza el impacto de determinantes micro, meso y

---

<sup>\*</sup> Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina.

<sup>\*\*</sup> Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

<sup>\*\*\*</sup> Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

<sup>\*\*\*\*</sup> Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

macro económicos sobre la evolución de la productividad. La dimensión microeconómica es estimada a partir de un conjunto de variables que dan cuenta de la conducta innovativa de la firma; la heterogeneidad de las firmas y la posición de cada una de ellas en el mercado en el que concurren, como dimensión meso; y la evolución de la demanda sectorial, como dimensión macro. En esta dirección, se presenta evidencia empírica referida a firmas pequeñas y medianas manufactureras y de servicios intensivos en conocimiento en la Argentina entre 2006 y 2008. Cabe destacar que este período se enmarca en una fase de fuerte crecimiento económico acompañado de incrementos simultáneos en la productividad y el empleo.

En relación con la discusión teórico-metodológica, el trabajo contrapone los aportes de dos corrientes. Por un lado, la tradición neoclásica, que se inicia con la teoría convencional de crecimiento económico (Solow-Swan), continúa con los modelos de crecimiento endógeno (Romer, 1986) y se extiende al análisis a nivel de firma a partir de los trabajos de Griliches (1986), Crépon *et al.* (1998), Jaffe *et al.* (1993) y Duguet (2003), entre otros. Los trabajos inscriptos en esta tradición, extremadamente prolífera desde una perspectiva empírica, realizaron aportes significativos tanto en las formas de estimación como en la especificación de los modelos econométricos. La inclusión de variables como gastos en investigación y desarrollo (I+D) y patentes resultaron cruciales para que la economía neoclásica abriera el horizonte a modelos con rendimientos crecientes. En ese sentido, constituyó un intento sistemático para endogenizar el progreso tecnológico en modelos de equilibrio. No obstante, en términos generales, los esfuerzos estuvieron centrados en la reducción del residuo de Solow, que daba cuenta de la insuficiencia del crecimiento de los factores productivos para explicar el crecimiento de la productividad agregada. El carácter marcadamente analítico de las fuentes de crecimiento y la utilización de funciones de producción para agentes representativos impidieron, paradójicamente, que primara una perspectiva dinámica sobre el proceso de crecimiento de la productividad.

A esta perspectiva se le contrapone una tradición evolutiva desarrollada a partir de los aportes fundacionales de Nelson y Winter (1977), Nelson (1981) y Nelson y Winter (1982), pero que cuenta con raíces mucho más antiguas. Esta tradición se diferencia de la neoclásica por rescatar una fibra evolutiva en diversos autores, que enfatizaba que el crecimiento de la productividad y la dinámica industrial eran procesos esencialmente desequilibrados. La premisa smithiana clásica de división del trabajo, especialización, innovación e incrementos de la productividad es una de las nociones más importantes para un pensamiento evolucionista del

crecimiento económico y de la transformación productiva. Esta tradición continúa en los aportes marshallianos sobre externalidades, los de Young (1928) sobre rendimientos crecientes a nivel industrial provocados por las complementariedades productivas y los de Kaldor (1966), acerca de la relación retroalimentada entre crecimiento del producto y crecimiento de la productividad a nivel agregado. Por su parte, los aportes de Schumpeter (1934), que también se inscriben en esta tradición, señalaban la relevancia de la heterogeneidad de las conductas de los emprendedores, que derivaban en nuevas combinaciones (innovaciones) en el marco de un proceso de destrucción creativa. En términos generales, esta corriente enfatiza que la diferenciación de las firmas en el proceso de competencia, que deriva de la búsqueda e introducción de innovaciones, amplifica la heterogeneidad inicial de las productividades de las firmas en un marco de crecimiento con desequilibrio. En este sentido, la tradición evolutiva integra sistémicamente los fenómenos de competencia, heterogeneidad e incrementos globales de productividad y hace énfasis en el crecimiento de la productividad como un proceso esencialmente desequilibrado.

El modelo analítico utilizado en este trabajo retoma la conceptualización teórica desarrollada a lo largo de la tradición evolutiva e incluye la perspectiva de la complejidad. De este modo, se enfatiza la relevancia de los procesos de *feedback* positivos, que ocurren no solo a nivel agregado (relación Kaldor-Verdoorn), sino también a nivel micro y meso entre las capacidades de absorción y conectividad de las firmas, entre el desarrollo de capacidades y el proceso de competencia y entre los resultados de la innovación y la evolución de la productividad. El enfoque teórico propuesto enfatiza la relevancia de la heterogeneidad micro y de las relaciones micro-meso-macro para dar cuenta de los procesos de innovación y de los incrementos de la productividad.

En la primera sección, se plantea la discusión teórica en torno a la relación entre productividad e innovación y se expone el marco analítico propuesto y la fundamentación de las hipótesis. Para contextualizar el panel analizado, en la segunda sección se presenta la evolución de la productividad y el empleo en el período en análisis. En esta misma sección, se discuten las principales variables utilizadas y se realiza un análisis descriptivo de la información, que ilustra la heterogeneidad existente en las tasas de variación de la productividad. En la tercera sección se presentan la propuesta metodológica y el modelo econométrico y se testean las relaciones entre la evolución de la productividad a nivel de firma y sus determinantes macro, meso y microeconómicos. Específicamente se analiza la

existencia de *feedbacks* entre innovación y evolución de la productividad. En la cuarta sección se presentan las principales conclusiones del trabajo.

## Marco teórico

La gran mayoría de los estudios que analizan la relación entre gastos de I+D, innovación y productividad a nivel de firma aplican el marco neoclásico, cuya formulación teórica parte de la función de producción del tipo Cobb-Douglas aumentada con gastos en I+D (Griliches, 1986; Griliches y Mairesse, 1981; Mairesse y Sassenou, 1991; Crépon *et al.*, 1998; Bartelsman y Doms, 2000; Duguet, 2003). En este contexto, los trabajos estiman las elasticidades de los gastos en I+D tanto en estudios transversales como longitudinales a nivel de firma. La argumentación teórica sigue recurrentemente los mismos pasos. En primer lugar, hace referencia al trabajo de Solow (1957), que se presenta como la mayor evidencia empírica de que el crecimiento de la productividad encuentra fuentes más amplias que las derivadas de una mayor utilización de los factores productivos, lo que da lugar al denominado residuo de Solow. En segundo lugar, se subraya el aporte de Abramovitz (1956), que enfatiza que el crecimiento de la productividad no explicado por la expansión de los factores capital y trabajo es atribuible a un amplio conjunto de factores que van desde los problemas de medición hasta la presencia de rendimientos crecientes. Esto incluye las transformaciones en las capacidades productivas tanto incorporadas en la maquinaria como las presentes en la fuerza de trabajo relativas a mejoras en *skill and managerial capacity which reflect training and other capital investment* (Kuznets, 1952). A pesar de que Abramovitz señale que el tamaño del residuo de Solow no es más que la medida de nuestra ignorancia, el residuo pasa a recibir el nombre de productividad total de los factores y su crecimiento es atribuido al progreso tecnológico. Por último, se citan como antecedentes los estudios posteriores que plantean “reducir” el tamaño de este residuo vía la incorporación de las actividades de investigación y desarrollo, la disponibilidad de activos intangibles y una caracterización más detallada de la composición de la fuerza de trabajo y del equipo de capital, ya sea a nivel agregado (teoría del crecimiento endógeno) como desagregado (Griliches, 1981 y posteriores). En este contexto, la tradición neoclásica se presenta como una corriente fuertemente empirista en la que la modelización teórica queda reducida a la reproducción de la función de producción y a la disminución del residuo de Solow.

A pesar de las debilidades mencionadas, estos primeros aportes abrieron un gran espacio para la investigación de las principales fuentes de crecimiento de la productividad a nivel de firma. Los trabajos inscriptos en la tradición neoclásica han resultado ser extremadamente prolíferos en el análisis empírico de la relación entre innovación y productividad y desarrollaron metodologías novedosas. En general, puede señalarse que los trabajos inscriptos en esta tradición estuvieron caracterizados por descomponer los factores productivos considerando crecientemente su heterogeneidad con el objetivo de reducir la variabilidad no explicada por el modelo básico de la función de producción tipo Cobb-Douglas o CES. De esta forma, se fueron introduciendo componentes ad hoc que buscaban resolver las limitaciones del enfoque convencional en su versión original al incluir el gasto en I+D y otros factores asociados al cambio tecnológico. Sin embargo, su raíz neoclásica los alejó de otras preguntas teóricas fundamentales para entender el incremento de la productividad a nivel de firmas como un fenómeno dinámico y sistémico, que fueron incorporadas en la corriente evolutiva. Entre estas cuestiones destacan: a) la forma como se manifiesta el proceso de competencia (Metcalfe, 2010); b) las vinculaciones entre las firmas y su efecto sobre la construcción de capacidades y sobre la productividad (Freeman, 1991); c) la relación entre la composición de la estructura productiva, su dinámica y el desempeño productivo de las firmas que las componen (Cimoli y Porcile, 2009); d) el papel de los rendimientos crecientes dentro de la firma y dentro de la industria (Marshall, 1920; Schumpeter, 1934; Young, 1928; Kaldor, 1966), y e) la relación entre la expansión del mercado, la división del trabajo y las mejoras en el desempeño productivo de las empresas (Smith, 1997), que constituye la premisa más antigua y más relevante para entender los procesos de crecimiento y transformación productiva desde una perspectiva evolutiva.

Al mismo tiempo, a pesar del fuerte foco empirista, esta corriente no mostró preocupación por la evidencia acerca de la gran heterogeneidad interempresaria en materia de niveles y variación de la productividad, ya sea entre sectores y entre países, como incluso dentro de estos. Diferentes autores de la corriente evolucionista coinciden en señalar que esta heterogeneidad constituye algo más que una regularidad empírica ya que alimenta los procesos de cambio y transformación productiva vía el aprendizaje basado en interacciones, la difusión de tecnologías vía imitación, la competencia entre sectores y la “fertilización cruzada” derivada de las complementariedades tecnológicas (Cantner y Harnush, 2005). De esta forma, los fenómenos evolutivos están influidos por interacciones positivas

y negativas existentes dentro y a través de poblaciones de firmas en los mercados específicos a los que concurren (Metcalfe, 2010).

En términos generales, en el tratamiento ortodoxo del crecimiento de la productividad a nivel de firma, se relega la innovación y el cambio tecnológico al lugar de un factor más de la función de producción que entra aditivamente desde una perspectiva estática.<sup>1</sup> De acuerdo con Nelson (1981), esto impide tomar en cuenta la forma en la que los factores productivos interactúan entre sí en el marco del proceso competitivo. A su vez, se reduce la existencia de la heterogeneidad empresaria a una regularidad empírica que es abstraída del tratamiento teórico al recurrir al agente representativo.

Siguiendo a Nelson (1981), puede identificarse una corriente ecléctica que se desarrolla a la par e incluso con anterioridad. Se trata de un conjunto diverso de autores que no llegan a constituir un cuerpo teórico homogéneo e incluye aportes provenientes de la organización industrial, el institucionalismo económico y la geografía económica (ver gráfico 1). Esta corriente se caracteriza por una aproximación empírica y subraya la importancia de la heterogeneidad tanto en términos institucionales como organizacionales. Estos autores ponen en duda las ideas de racionalidad e información perfecta, la relevancia de las teorías mecanicistas de la firma y problematizan la firma entendida como un sistema social. A su vez, plantean que las relaciones entre incentivos y performance son complejas y poco entendidas. En general, enfatizan el rol de las diferencias institucionales y el efecto de estas dimensiones meso y macro sobre la heterogeneidad de la productividad de las firmas. Así, por ejemplo, autores como Rostas y Salter enfatizan la relevancia de la heterogeneidad de productividades, que atribuyen a la antigüedad del capital. Sin embargo, las diferencias entre las productividades de plantas industriales de la misma empresa en distintos países también están condicionadas por diferencias institucionales y por las formas idiosincrásicas de organización de trabajo y la calidad del *managment*. En este sentido, Freeman y Medoff (1979) consideran el efecto de los mercados internos de trabajo y de la sindicalización sobre la variación de la productividad. Por su parte, March y Simon (1993) estudian la relevancia de los mecanismos de motivación y coordinación de la división del trabajo intrafirma y su efecto sobre la performance y la conducta innovativa. Simon (1976) enfatiza sobre los límites de control y elección del *top manager*, Argyris (1962) discute los efectos desiguales

---

1 Con los inconvenientes de medición que esto implica y bajo el supuesto de que es posible determinar el cambio en el producto provocado por un cambio marginal en el estado del conocimiento tecnológico.

de una gestión jerárquica o descentralizada. En suma, el hallazgo más importante de estos autores es la coexistencia de firmas con amplias brechas respecto a las mejores prácticas a lo largo del tiempo, ya sea entre sectores como dentro de ellos o entre países como dentro de estos. Sus aportes tuvieron un fuerte impacto sobre los desarrollos teóricos de la corriente evolutiva sin ser considerados por las distintas aproximaciones neoclásicas ya mencionadas.

En contraste con la tradición ortodoxa y retomando la relevancia de la heterogeneidad descrita por la corriente ecléctica, puede señalarse una tradición evolutiva que propone que la relación entre innovación y productividad y la heterogeneidad de productividad a nivel de firmas está marcada por una dinámica evolutiva en desequilibrio. Nelson (1981), que puede considerarse como uno de los aportes fundamentales de esta corriente, reconoce como antecedentes entre los clásicos a Smith, Marx y Mill y entre los neoclásicos a Marshall como autores en los que se reconoce una fibra evolutiva.<sup>2</sup> Los aportes de Young (1928), Kuznets (1952) y Kaldor (1966) también pueden ser incluidos en esta tradición por considerar: a) la existencia de rendimientos crecientes derivados de las complementariedades de los agentes en la estructura productiva; b) los procesos de causación acumulativa, y c) el desequilibrio. En esa dirección, Kuznets, Schumpeter y Kaldor enfatizaron, en diversos momentos, que el crecimiento económico es un proceso esencialmente desequilibrado en el que la transformación productiva y la evolución industrial impiden la aplicación de metodologías centradas en la optimización dinámica. Esta escuela, que cobra un significativo impulso a partir de los trabajos de Nelson y Winter (1977; 1982) y Nelson (1981), vinculó la heterogeneidad como fuente de variación de la productividad a través de las nociones evolucionistas de variedad, selección y retención. En este contexto, la heterogeneidad constituye un supuesto ontológico y, por lo tanto, va mucho más allá que una regularidad empírica del análisis *cross-section*. La heterogeneidad en términos del desempeño productivo de las firmas alimenta la incertidumbre y obliga a analizar el crecimiento como un proceso en desequilibrio. A partir de la noción de rutinas organizacionales, los distintos autores de esta escuela profundizan las diferencias entre información y conocimiento, lo que relativiza la posición neoclásica que, considera el conocimiento como un bien público. En este esquema, las interacciones entre las organizaciones (firmas e instituciones) son claves ya que, en vez de dar lugar a un proceso de convergencia (de conductas, desempeño productivo, crecimiento, etcétera), promueven la

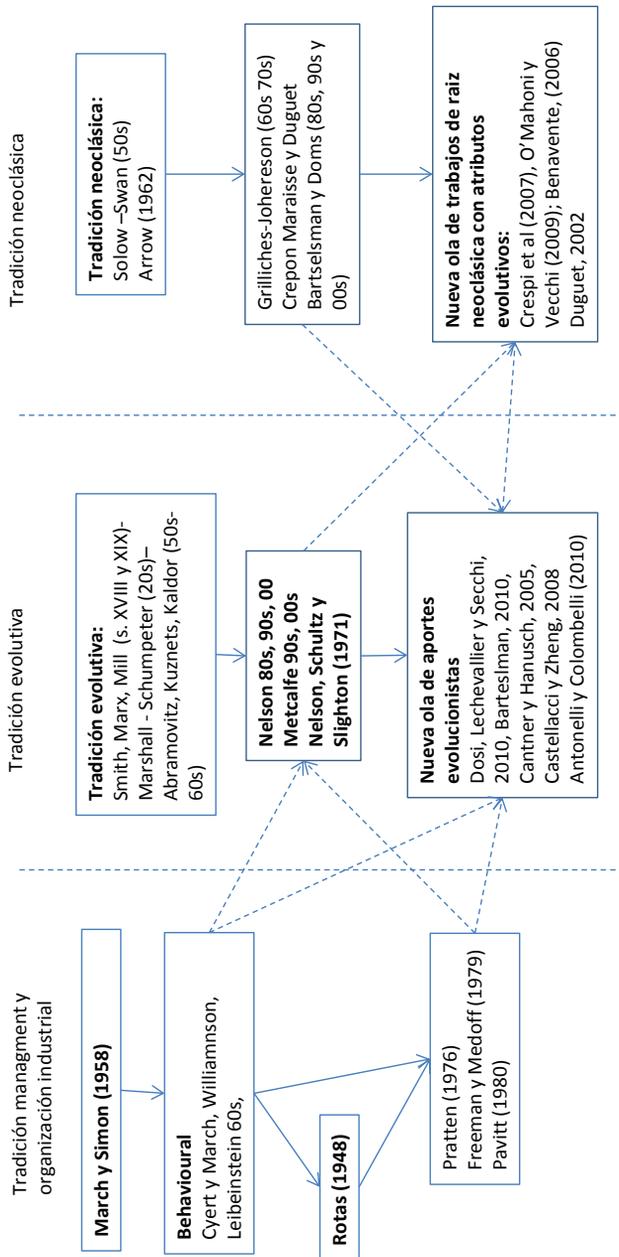
---

2 Metcalfe (2010) reconoce esta misma fibra evolutiva en la concepción de estos autores acerca del concepto de competencia.

generación de variedad y divergencia. A nivel mesoeconómico, la presión competitiva opera como un mecanismo que retroalimenta la diversidad y los mecanismos de selección (Dosi *et al.*, 2010). La acción conjunta de estos procesos da lugar al crecimiento medio de la productividad en los diferentes mercados, tanto por la salida de las firmas de reducida productividad que son desplazadas como por el mayor peso de las firmas en las que destacan las reacciones creativas sobre las adaptativas.

Las diferentes tradiciones han nutrido sus desarrollos teóricos y metodológicos de forma cruzada (ver gráfico 1). Por un lado, la tradición neoclásica ha retomado muchas de las categorías desarrolladas por la tradición evolutiva, en especial el concepto de aprendizaje tecnológico. Por otro lado, la corriente evolutiva se ha valido de los desarrollos metodológicos y econométricos de Griliches y utilizó los hallazgos empíricos de la tradición ecléctica en la formulación conceptual recurriendo a una forma de desarrollo teórico basado en hechos estilizados más que en la búsqueda de leyes generales de aplicabilidad universal.

Gráfico 1. Diferentes tradiciones teóricas sobre la relación entre innovación y productividad



Fuente: Elaboración propia a partir de Nelson (1981).

En cada una de las corrientes mencionadas perdura una serie de rasgos específicos que le son propios y que la distinguen. En particular, el tratamiento que cada una hace de la heterogeneidad y variedad como fuentes de cambios y la transformación industrial (ver cuadro 1). En este contexto, la tradición evolucionista asume la heterogeneidad (organizacional, tecnológica e institucional) como un supuesto ontológico, es decir, como un supuesto básico de la estructura de la realidad. Los aspectos organizacionales e institucionales se manifiestan en el desarrollo de rutinas que son claves en el marco de un proceso de competencia de poblaciones en las que coexisten el orden y el desequilibrio (Metcalf, 2010).

Por su parte, con independencia del enfoque específico considerado, la tradición neoclásica mantiene el supuesto de agente representativo y considera dinámicas de equilibrio, ya sean únicas o múltiples. A su vez, mientras los aspectos organizacionales no son tenidos en cuenta, se considera que la tecnología es un bien público. Por lo tanto, aunque no se niegue la existencia de variedad, se descarta su rol en la explicación del crecimiento de la productividad. En general, una mejora en la productividad puede ser reflejo de múltiples fuentes. De acuerdo con Bartelsman y Dom (2000), entre estas fuentes deberían considerarse cambios y mejoras tecnológicas (tanto incorporadas como desincorporadas), mejoras en la eficiencia alcativa de los recursos, la posibilidad de imponer precios no competitivos y en los retornos crecientes del capital. Por otra parte, tal como enfatiza Nelson (1981), estas fuentes no son independientes. Por ejemplo, las innovaciones y mejoras tecnológicas pueden implicar mejoras en los productos que permitan a las empresas aprovechar cuasi rentas temporarias. De la misma forma, las mejoras en los procesos productivos pueden estar alimentadas por mejoras en las capacidades de los trabajadores y conducir a economías dinámicas basadas en la acumulación de conocimiento tecnológico.

Cuadro 1. Dimensiones de la heterogeneidad

Fuentes de la heterogeneidad	Tradición del management y de la organización industrial	Tradición evolucionista	Tradición neoclásica
Supuestos ontológicos y metodológicos	Heterogeneidad como un hecho estilizado. No hay explicación teórica de la heterogeneidad.	Heterogeneidad y desequilibrio como supuestos ontológicos. Fuertes vínculos entre heterogeneidad y crecimiento de la productividad.	Agente representativo y equilibrio.
Heterogeneidad	Parcialmente considerados.	Fuertemente considerados en las rutinas tecnoorganizacionales.	Ignorados.
Aspectos organizacionales	Conocimiento incorporado en los bienes de capital. Conocimiento como bien público. Modelos de generaciones de capital (capital vintage models).	Incorporado y desincorporado. Considera restricciones en el acceso al conocimiento.	Conocimiento reducido a un bien público y a la función de producción.
Aspectos institucionales	Muy importantes. Relación capital-trabajo. Calidad del management.	Muy importante. Proceso de competencia e instituciones que lo afectan.	Se ignoran las diferencias institucionales. La diferencia entre países refiere a dotaciones factoriales.

Fuente: Elaboración propia a partir de Nelson (1981).

La amplia difusión que alcanzaron en las últimas décadas las bases de microdatos derivadas de la generalización de las encuestas tecnológicas condujo a una nueva oleada de estudios sobre la relación entre la productividad y la innovación, tanto en la tradición evolucionista como en la neoclásica (ver gráfico 1). Desde la perspectiva evolucionista, se generalizaron los trabajos empíricos centrados en identificar y explicar la fuerte heterogeneidad en las conductas innovativas, en los procesos de adquisición de capacidades y en el aprendizaje de las firmas. En este contexto, se asumía que las firmas con altas capacidades y con mayores esfuerzos de innovación serían las más competitivas y las de mejor desempeño productivo en términos de dinámica de ventas y variación de la productividad. Por lo tanto, la relación entre innovación y mejoras en el desempeño productivo de las firmas permaneció más como un supuesto que como una hipótesis que requiriera ser testeada empíricamente.

No obstante, sobresale un conjunto de trabajos evolucionistas que incluyen una medición del impacto de las actividades de innovación sobre la performance productiva y económica de las empresas (Metcalfe, 1997; Los y Verspagen, 2006; Castelacci y Zheng, 2010; Antonelli y Scellato, 2007 y Antonelli, 2011). Lo relevante de estos aportes es que proponen que la actividad innovativa y las capacidades de las firmas para comandar procesos de cambio tecnológico e innovación deben tener algún tipo de impacto sobre el desempeño económico. De esta forma, el proceso de competencia se manifiesta en la generación de heterogeneidad y variedad organizacional que, a su vez, es la base para las complementariedades de conocimiento y el aprendizaje basado en la interacción.

Por su parte, en términos generales, la literatura empírica sobre la relación entre innovación y productividad ha sido fuertemente alimentada por autores de raíz neoclásica (Crépon *et al.*, 1998; Jaffe *et al.*, 1993; Bartelsman, 2010; Crespi y Zuniga, 2012; Iacovone y Crespi, 2010; Benavente, 2003). En parte, estos trabajos se nutrieron de los desarrollos conceptuales de la corriente evolucionista incorporando las ideas de aprendizaje tecnológico y desarrollo de capacidades, aunque con las limitaciones señaladas antes. En esta dirección, los mayores aportes de esta nueva oleada de trabajos de raíz neoclásica están centrados en cuestiones metodológicas y empíricas. Por ejemplo, el trabajo de Crépon *et al.* (1998) (C-D-M Models) propone que la actividad innovativa de la firma impacta sobre la productividad total de los factores, pero lo hace indirectamente a través de los resultados del proceso de innovación. De esta manera, proponen un sistema de tres ecuaciones; una primera para los determinantes del gasto en I+D, otra para la relación entre los *inputs* de la innovación y el resultado

de este proceso, y una última ecuación en la que en un marco de función de producción Cobb Douglas se captura el impacto de la innovación en producto o proceso sobre la productividad.

Estos avances metodológicos han sido retomados por la literatura evolucionista, aunque con marcos teóricos específicos que conducen a diferencias en las interpretaciones de los resultados econométricos y empíricos.<sup>3</sup>

### Modelo analítico e hipótesis

En el presente trabajo retomamos la tradición evolutiva y la ampliamos a partir del enfoque de la complejidad para dar cuenta de los *feedbacks* que dominan la relación entre innovación y productividad. Proponemos la aplicación de un enfoque teórico-metodológico que subraya la existencia de dinámicas no lineales de retroalimentación entre los componentes heterogéneos del sistema, que explican cambios en la productividad a nivel de firma. En este marco, los procesos de competencia son causa y consecuencia de la heterogeneidad organizacional, que constituye una variable activa para la explicación de la dinámica productiva a nivel de firma.

El marco analítico propuesto enfatiza la relevancia de la heterogeneidad micro para dar cuenta de los procesos de innovación y de variaciones de la productividad como propiedades emergentes del sistema. En este contexto, productividad e innovación son explicadas por las capacidades, por los esfuerzos de innovación y por las vinculaciones de las firmas, pero también por las especificidades de los entornos productivos e institucionales de los que las empresas forman parte y que constituyen el espacio multidimensional (Antonelli, 2008). Al mismo tiempo, se consideran como factores fundamentales del contexto: a) la incertidumbre radical asociada a la heterogeneidad organizacional (Dosi *et al.*, 2010) y a las capacidades creativas de los agentes (Schumpeter, 1947; Antonelli, 2007; Dopfer, 2005), y b) las fuertes retroalimentaciones entre las dinámicas individuales, meso y macro económicas (Erbes *et al.*, 2010; Robert y Yoguel, 2010).

En este sentido, el marco analítico subraya la existencia de *feedbacks* positivos en los procesos de aprendizaje, la construcción de capacidades, la innovación y el desempeño productivo de las firmas. Estas dimensiones y los *feedbacks* asociados alimentan dinámicas sendero dependientes. En

---

3 A pesar de estas diferencias, las citas cruzadas entre ambas tradiciones son múltiples y se aprecia cierto reconocimiento intelectual entre ellas. Un ejemplo de esto es una sección especial del Issue 6 de 2010 de *Industrial and Corporate Change* coordinada por Giovanni Dosi en la que se pone de manifiesto la coexistencia de enfoques que tienen raíz en las dos corrientes principales discutidas en el marco teórico.

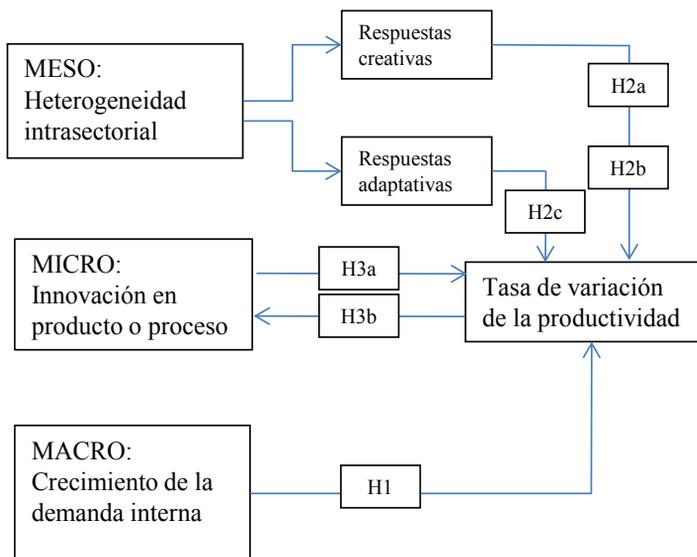
este contexto, el trabajo propone la existencia de diversos tipos de *feedbacks* entre: a) capacidades y vinculaciones; b) capacidades y vinculaciones e innovación, y c) innovación y productividad.

Los *feedbacks* entre capacidades y conectividad dan cuenta de la no linealidad de los procesos de aprendizaje: el incremento en las capacidades de absorción genera mayores posibilidades de apropiación de conocimientos externos a la firma vía vinculaciones y las vinculaciones alimentan los conocimientos internos (Erbes *et al.*, 2010). Por otra parte, las retroalimentaciones entre capacidades e innovación describen dinámicas sendero dependientes entre la acumulación de conocimientos tecnológicos y organizacionales y las posibilidades de obtener resultados de innovación (Nelson y Winter, 1982). Por último, también existen dinámicas no lineales entre innovación y desempeño productivo. En este esquema, los resultados de innovación afectan positivamente el crecimiento de la productividad. A la inversa, aquellas firmas que muestran mayores tasas de crecimiento de la productividad también muestran mayores probabilidades de innovar como consecuencia del éxito de sus esfuerzos de innovación emprendidos en el pasado que fortalecen su dinámica sendero dependiente.

La simultaneidad de la relación entre crecimiento de la productividad, resultados de innovación y capacidades justifica la aplicación de un marco teórico centrado en la complejidad. De esta forma, los problemas de simultaneidad y endogeneidad que señalan Crépon *et al.* (1998) en el estudio econométrico de la relación entre productividad e innovación, atribuibles a “las características de los datos”, constituyen, desde nuestra perspectiva, los *feedbacks* del modelo teórico propuesto. De esta forma, se propone una respuesta teórica a un problema que se presentaba en el esquema ortodoxo como puramente metodológico.

Las principales relaciones del modelo analítico propuesto se sintetizan en el siguiente gráfico y constituyen la base sobre la cual se formulan las hipótesis del trabajo.

Gráfico 2. Diagrama de variables y relaciones



Fuente: Elaboración propia.

El trabajo parte de la premisa de que las dimensiones micro, meso y macro tienen impactos diferenciales en la tasa de cambio en la productividad de las empresas.

En primer lugar, consideramos la relación entre la productividad y la innovación. En línea con las tradiciones que se discutieron en el marco teórico, se supone que los resultados de la innovación tienen un impacto positivo en la tasa de crecimiento de la productividad de la empresa (H1a). Al mismo tiempo, el enfoque de la complejidad nos permite interpretar el impacto del crecimiento de la productividad en la probabilidad de innovar. En este sentido, la hipótesis H1b apoya la existencia de retroalimentación positiva entre la innovación y el crecimiento de la productividad.

En segundo lugar, consideramos que la heterogeneidad intrasectorial de los niveles de productividad afecta la tasa de crecimiento de la productividad de las empresas. En este sentido, proponemos que la posición en el espacio de la competencia es relevante. La brecha entre la productividad de la empresa y la productividad media del sector en el que compete genera comportamientos creativos o de adaptación que influyen en la tasa de cambio en la productividad. En este sentido, los cambios en el desempeño productivo de la empresa se ven afectados por los cambios en una variable

meso: la distancia de la productividad media del mercado en que compiten. En este contexto, se proponen tres hipótesis adicionales:

(H2a) Entre las empresas que tienen menores niveles de productividad que la media del sector, es posible identificar reacciones creativas entre las firmas, lo que les permite mejorar su desempeño productivo.

(H2b) En el otro extremo, las empresas con mayores niveles de productividad también muestran las mayores tasas de crecimiento de la productividad, dominadas por un efecto *path dependency*.

(H2c) Finalmente, las empresas con un nivel de productividad similar a la del sector al que pertenecen muestran reacciones adaptativas y, por lo tanto, no registran importantes cambios en sus niveles de productividad.

Esto demostraría que existe una relación en forma de U entre la heterogeneidad medida como la diferencia entre el nivel de productividad y de la media sectorial.

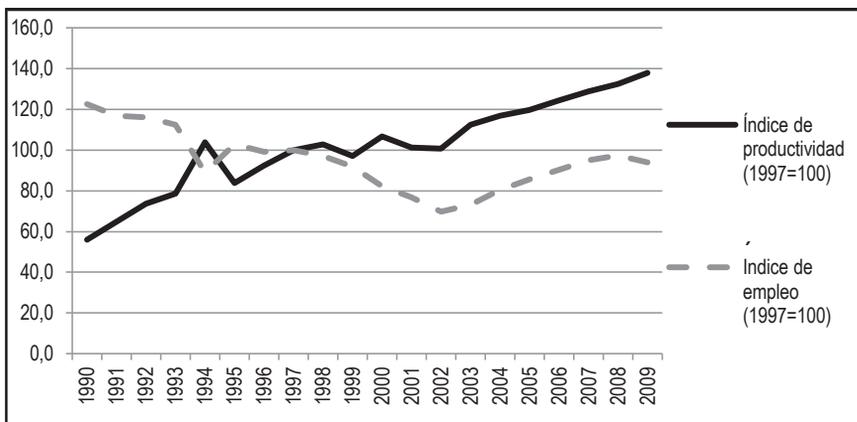
Por último, se sugiere que el crecimiento de la demanda interna a nivel sectorial, según las estimaciones del cambio en el consumo aparente, tendría un impacto positivo en el cambio de la productividad. El crecimiento de la productividad en la Argentina posconvertibilidad ha sido explicado por el crecimiento de la demanda (Aspiazu y Schorr, 2010). En el modelo que aquí se presenta, se propone probar esta relación a nivel de empresa. Se espera que en el contexto del crecimiento de la demanda interna, las empresas que se han beneficiado del dinamismo relativamente mayor en los mercados en los que compiten han sido capaces de mejorar su productividad debido a la explotación de economías de escala (H3).

## Datos y contextualización del panel

Los años en análisis se inscriben en una dinámica positiva de la productividad industrial que se caracteriza por la presencia de crecimientos en el nivel de empleo, la producción y el consumo. Esto permite descartar que el incremento de la productividad se dé en un escenario de reestructuración productiva que expulse empleo. En este contexto, tienen validez hipótesis acerca del impacto de las actividades de innovación sobre la productividad. De acuerdo con Schorr *et al.* (2010), la productividad del trabajo, el número de trabajadores empleados, los salarios medios y la proporción de capital utilizado en la actividad productiva variaron positivamente desde la evaluación del 2002. En este esquema, el desempeño de la demanda interna jugó un rol central para explicar esas dinámicas. Por otra parte, si bien el resto de los países de América Latina experimentaron procesos similares, el crecimiento de la productividad de la industria argentina fue más del

doble que el promedio para América Latina. Este desempeño contrasta con el del período previo, durante el cual el aumento de la productividad del trabajo se vio acompañado de una fuerte caída del empleo.

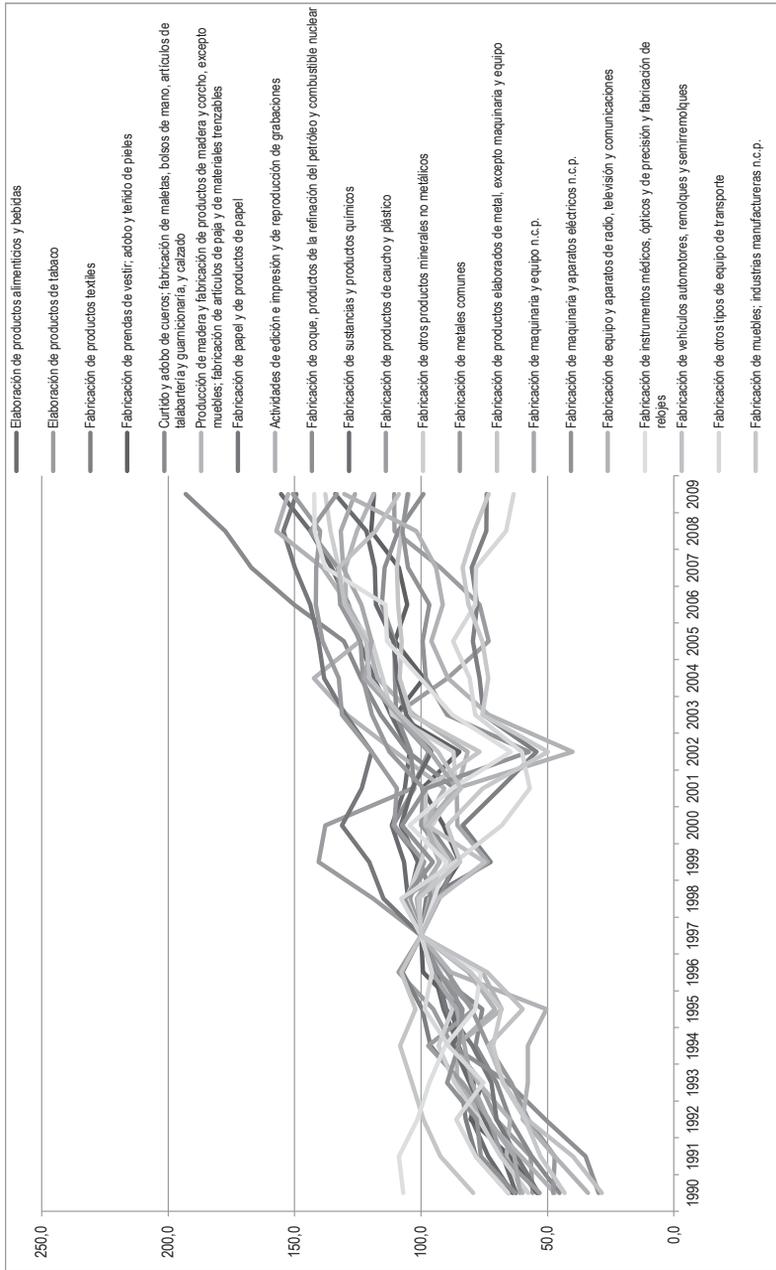
Gráfico 3. Evolución de la productividad de la industria manufacturera (valor bruto de la producción por obrero ocupado) y del empleo



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC.

Esta evolución agregada es la resultante de dinámicas sectoriales muy diferenciadas en las que se pone de manifiesto una fuerte heterogeneidad de las tasas de crecimiento de la productividad de las diferentes ramas productivas. De acuerdo con el marco teórico propuesto, la evolución de la productividad promedio es el resultado emergente de la dinámica poblacional en la que conviven empresas de muy diferentes niveles de productividad que concurren en un mismo mercado. En este contexto, la dinámica de los promedios sectoriales y la del total de la industrial están influidas por la performance de los incumbentes, de las firmas entrantes y de las salientes (Dosi *et al.*, 2010; Metcalfe *et al.*, 2006).

Gráfico 4. Evolución de la productividad por rama de actividad



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC.

Como puede apreciarse en los gráficos presentados, los años incluidos en el panel se inscriben en una tendencia de fuerte crecimiento de la productividad con expansión del empleo en una fase de consolidación de esta dinámica ascendente. En este contexto, cabe realizar algunos comentarios en relación con la contextualización y análisis de la información.

En primer lugar, a diferencia de la tendencia que había prevalecido durante el modelo de apertura y desregulación, y específicamente durante los casi 10 años de vigencia del régimen de convertibilidad, el crecimiento de la productividad no se debe a una reestructuración regresiva de la industria manufacturera que expulsa trabajadores, sino que se ve acompañado por un aumento del empleo industrial entre 2003 y 2010.

En segundo término, si bien puede argumentarse que el crecimiento económico del país en los primeros años posteriores a la salida de la convertibilidad refería a un efecto rebote, también puede sostenerse que dicho efecto debió haberse agotado antes del 2006. Por lo tanto, el crecimiento del período bajo análisis debe ir más allá de la puesta en producción de una capacidad instalada. De hecho, existe abundante evidencia empírica que subraya la importancia de los procesos de inversión encarados con posterioridad al 2005. En este contexto, resulta interesante estudiar el impacto de las actividades de innovación que pudieron acompañar este proceso de inversión y su posible impacto sobre el incremento de la productividad.

En tercer término y en relación con el punto previo, el crecimiento de la productividad tuvo que estar impulsado desde un comienzo por la expansión de la demanda interna que se encontraba profundamente deprimida desde la crisis previa que se prolongó durante casi cuatro años desde fines de 1998 hasta mediados de 2002. En este contexto, la demanda como factor de expansión de la productividad agregada jugó un rol clave en especial en los primeros años de la posconvertibilidad.

Para la realización del ejercicio econométrico, se construyó un panel de microdatos a partir de una encuesta a empresas industriales y de servicios realizada por el proyecto Mapa Pyme.<sup>4</sup> Sobre la base de los diferentes relevamientos realizados (seis ondas semestrales entre 2007 y 2009), fue posible construir un panel equilibrado<sup>5</sup> de 1728 empresas

---

4 Subsecretaría de la Pequeña y Mediana Empresa, dependiente del Ministerio de Industria de la Nación.

5 Esto se manifiesta en que cada firma cuenta con observaciones para todos los años.

mayoritariamente pymes para los años 2006, 2007 y 2008.<sup>6</sup> El panel incluye información sobre la mayoría de las ramas industriales.<sup>7</sup> A su vez, fueron tomadas cuatro ramas de servicios (correo y comunicaciones, servicios empresariales, software y servicios informáticos y servicios médicos) por el elevado peso de las actividades de innovación en estos sectores. El panel de microdatos fue combinado con información sobre la evolución de la demanda interna estimada a partir de la variación del consumo aparente a tres dígitos.<sup>8</sup> Existen diferentes aproximaciones a la medición de la productividad. Entre ellas, se destacan la productividad total de los factores, la facturación por ocupados y el valor agregado por ocupados, cada una de las cuales implica, a su vez, una serie de elecciones metodológicas específicas. En el presente artículo optamos por utilizar el valor agregado por ocupado ya que no requiere supuestos especiales acerca de la forma de la función de producción ni sobre los rendimientos a escala, como en el caso de la productividad total de los factores. Por otra parte, la facturación por ocupado, si bien presenta menos requerimientos de información, muestra sesgos que dependen del lugar de la firma en la cadena de valor y del grado de integración vertical.

La base de datos utilizada es una de las pocas que permiten construir un panel de microdatos de empresas localizadas en la Argentina, que combina información detallada de la evolución económica de la firma<sup>9</sup> con información sobre conducta innovativa (esfuerzos y resultados de innovación) y vinculaciones (con diferentes organismos públicos y privados).<sup>10</sup> Esta base tiene representación sectorial y regional para el universo pyme e incluye información sobre sectores de servicios. Esto permite aportar información sobre la conducta innovativa de estas ramas de la actividad económica muy poco exploradas a pesar de la creciente importancia de los servicios intensivos en conocimiento. Por

---

6 Se dispone de un panel menor (alrededor de 400 firmas) que cubre el período 2004-2008; lamentablemente, la concentración geográfica de esta submuestra no permite la aplicación de la metodología propuesta.

7 Como el objetivo del Mapa Pyme es relevar la actividad económica de pymes de comercio, industria y servicios, quedan excluidas algunas ramas industriales en las que predomina la concentración económica y productiva (por ejemplo, tabaco).

8 Fuente: Centro de Estudios para la Producción (CEP), Ministerio de Industria.

9 Ingresos y egresos desagregados, *stock* de capital y sus depreciaciones, inversiones, cantidad y composición del personal, masa salarial, etcétera. Esto permite calcular el valor agregado por ocupado.

10 Es posible construir un panel de microdatos a partir de la encuesta tecnológica; sin embargo, esta fuente no contiene información suficiente como para estimar la productividad de las firmas como valor agregado sobre ocupados.

último, interesa destacar que está compuesta mayoritariamente por empresas pequeñas y medianas. Esto permite descartar el efecto de distorsión que provocarían agentes de gran tamaño en la estimación del modelo propuesto. Por su parte, los resultados de la estimación de la productividad en el caso de empresas de menor tamaño están en menor medida afectados por el efecto de la fijación de precios sobre el valor agregado (Nelson, 1981; Bartelsman y Doms, 2000).

El rasgo más saliente del panel es la elevada heterogeneidad, que se observa en múltiples planos. En lo que respecta al tamaño de las firmas, a pesar de estar operando sobre una muestra de pymes, se observa una distribución del tipo Power Law que se reproduce, con atributos diferenciales, en cada uno de los sectores. Se observa algo similar a lo descrito por Bottazzi *et al.* (2006), según quienes la distribución de tamaño por sectores presenta formas diversas que incluyen distribuciones bimodales y multimodales y generalmente asimétricas, pero con distinta intensidad. De acuerdo con Dosi *et al.* (2010), la robustez de este hecho atenta contra la idea de un tamaño óptimo de firma y costos medios con la clásica forma de U.

Otra dimensión interesante para analizar la heterogeneidad refiere a la tasa de variación de la productividad, que se manifiesta tanto dentro de los diferentes grupos como entre ellos, definidos por: a) el tamaño relativo, b) la pertenencia sectorial, y c) la realización o no de actividades de innovación. La heterogeneidad entre estos grupos puede apreciarse al comparar la distancia entre el promedio del grupo y el promedio del panel. Por su parte, la variabilidad intragrupo se puede apreciar a partir del desvío estándar de las tasas de variación de la productividad.

La siguiente tabla muestra diferencias significativas en las tasas promedio de variación entre segmentos de diferentes tamaños. En este contexto, las empresas de mayor tamaño relativo tuvieron un crecimiento de la productividad en el período de entre 1 y 3 puntos porcentuales por arriba del promedio. Por otro lado, la variabilidad interna de cada segmento de tamaño muestra es muy elevada.

Tabla 1. Variabilidad inter e intragrupo por tamaño de firma

Tamaño: número de empleados	Heterogeneidad en el nivel de productividad (2006) a/		Heterogeneidad en el crecimiento de la productividad b/		N
	Variabilidad entre grupos (dif. %)	Variabilidad intragrupos (coef. de variación)	Variabilidad entre grupos (dif. en p.p.)	Variabilidad intragrupos (desv. std.)	
Menos de 10	-30	0,88	-0,03	0,25046336	236
Entre 10 y 50	-8	0,94	-0,01	0,28632909	848
Entre 50 y 100	20	0,75	0,00	0,27858567	430
Más de 150	15	0,60	0,05	0,30858158	216
ANOVA	Variabilidad entre grupos representa el 4,1% de la variabilidad total.		<1% Variabilidad entre grupos representa el 0,6% de la variabilidad total.		

a/ Diferencia porcentual media del grupo respecto a la media del panel, y coeficiente de variación dentro del grupo.

b/ Diferencia en puntos porcentuales entre grupo y la media del panel y el desvío estándar dentro del grupo.

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

Estas características se replican en el caso de la heterogeneidad sectorial, en la que se observan sectores que muestran tasas de crecimiento de la productividad hasta 5 puntos porcentuales por arriba del promedio y 10 por debajo. Al mismo tiempo, dentro de cada grupo existe una muy elevada heterogeneidad.

Tabla 2. Variabilidad entre e intragrupos por sector

Sector	Heterogeneidad en los niveles de productividad (2006) a/		Heterogeneidad en las tasas de cambio de la productividad b/		N
	Variabilidad entre grupos (dif. %)	Variabilidad intragrupos (coef. de variación)	Variabilidad entre grupos (dif. en p.p.)	Variabilidad intragrupos (desv. estd.)	
Alimentos y bebidas	-13	0,89	0,04508964	0,32593212	268
Productos textiles	11	0,78	-0,01679657	0,23912037	63
Confecciones	-31	0,94	0,04953401	0,30665703	48
Cuero y sus productos	-11	0,61	0,02672406	0,28313343	51
Madera y muebles	-40	0,87	-0,01346067	0,28214408	100
Papel y sus productos	-5	0,50	0,02831605	0,30838649	56
Edición e impresión	10	0,73	-0,00870712	0,24236138	105
Sustancias y productos químicos	38	0,90	0,01892229	0,30995181	76
Caucho y plástico	20	0,82	-0,02141008	0,25101105	131
Minerales no metálicos	2	0,92	-0,06584973	0,19909347	74
Productos de metal primarios y fabricación	-3	0,84	-0,00071198	0,28529254	195
Maquinaria y equipo	23	0,69	0,01461125	0,3027247	146
Electrodomésticos y equipamiento electrónico	13	0,64	-0,00378528	0,28703359	50
Automóviles y su partes	-3	0,65	-0,02551881	0,25861098	128
Correo y comunicaciones	3	-	-0,1033031	0,22532249	58
Software y servicios informáticos	5	0,71	-0,01442719	0,26496171	46
Servicios profesionales	7	0,56	-0,00927197	0,3007058	56
Servicios de salud	-17	0,99	0,00991719	0,28442035	79
ANOVA	< 1% Variabilidad entre grupos representa el 4,5% del total.		< 10% Variabilidad entre grupos representa el 1,4% del total.		

a/ Diferencia porcentual media del grupo respecto a la media del panel, y coeficiente de variación dentro del grupo.

b/ Diferencia en puntos porcentuales entre el grupo y la media del panel y el desvío standard dentro del grupo.

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

Finalmente, cuando se tienen en cuenta las diferencias de las tasas de productividad entre innovadoras y no innovadoras, se advierte que las innovadoras presentan una tasa de crecimiento de la productividad un punto porcentual por arriba del promedio y dos por arriba de las no innovadoras. Nuevamente, la heterogeneidad intragrupo sigue siendo tan elevada como en los casos anteriores.

Tabla 3. Variabilidad entre e intragrupos por conducta innovadora

	Heterogeneidad en los niveles de productividad (2006) a/		Heterogeneidad en las tasas de cambio de la productividad b/		N/
	Variabilidad entre grupos (dif. %)	Variabilidad intragrupos (coef. de variación)	Variabilidad entre grupos (dif. %)	Variabilidad intragrupos (coef. de variación)	
Firmas no innovadoras	-8	0,90	-0,7	0,27877888	1199
Firmas innovadoras	17	0,74	1,6	0,29278135	531
ANOVA	No significativa		< 10% La variabilidad entre grupos representa el 0,2% de la variabilidad total.		

a/ Diferencia porcentual media del grupo respecto a la media del panel, y coeficiente de variación dentro del grupo.

b/ Diferencia en puntos porcentuales entre el grupo y la media del panel y el desvío estándar dentro del grupo.

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

Estos rasgos concuerdan con una serie de regularidades empíricas ya discutidas en el marco teórico. En particular, la alta heterogeneidad tanto en niveles como en tasas de crecimiento de la productividad entre las firmas, incluso en un mismo sector. Esta heterogeneidad, a su vez, se caracteriza por su persistencia incluso en paneles equilibrados. Esto refleja cuestiones ya planteadas por Dosi *et al.* (2010), como la existencia y la persistencia temporal de diferencias en los niveles de productividad dentro de un mismo sector, tomado como unidad mesoeconómica proxy del mercado en el que concurre. En segundo lugar, los datos muestran que la heterogeneidad de la variación de la productividad es reflejo de la hete-

rogeneidad de las conductas innovativas de las firmas y de sus diferentes capacidades para generar reacciones creativas o adaptativas.

En este contexto de heterogeneidad, predominan las firmas pequeñas y las no innovadoras. En el segmento de firmas de mayor tamaño relativo, se observa un mayor porcentaje de firmas con resultados de innovación. Algo similar se observa en relación con los esfuerzos de innovación y las vinculaciones que las firmas establecen con diferentes instituciones del sistema nacional de innovación. En el marco general de bajos esfuerzos y vinculaciones, se destacan las firmas de mayor tamaño. Por su parte, se observa que, en términos generales, aquellas firmas que realizan esfuerzos de distinto tipo son las que muestran mayores probabilidades de innovar. A su vez, la composición de las firmas por sector de pertenencia revela que aquellas que experimentan mayor probabilidad de innovar son las de los sectores caucho y plástico, maquinaria y equipo, vehículos y automotores y software.

## Modelo y resultados

La propuesta metodológica plantea retomar algunos elementos de la modelización econométrica de la tradición neoclásica (Crépon *et al.*, 1998). Sin embargo, planteamos el uso de variables instrumentales y tests de endogeneidad para demostrar la presencia de *feedbacks* en oposición a controlar el sesgo de simultaneidad entre innovación y productividad, como proponen Crépon *et al.* Por otra parte, el modelo econométrico considera una aplicación del principio *replicator* al incluir como variable explicativa una medida de ajuste de la productividad de la firma  $i$  con relación a las firmas del mismo sector. De este modo, se busca explicar la dinámica de la productividad individual sobre la base del ajuste al promedio poblacional. Sobre la base de este procedimiento, planeamos identificar reacciones creativas y adaptativas de las firmas dando cuenta de la heterogeneidad de conductas como un componente esencial del sistema.

En esta sección se analiza la relación empírica entre la conducta innovadora de las firmas y su desempeño productivo. A tal fin se propone el siguiente modelo teórico que apunta no solo a testear esta relación, sino también a dar cuenta de los procesos de *feedback* planteados en las secciones anteriores:

$$\hat{\pi}_i = F(\text{INNO}_i, (\pi_{t1,i} - \bar{\pi}_{t1,j}), \text{DEM}_j, \text{CV}_i) \quad (1)$$

$$\text{INNO}_i = F(\text{AC}_i, \text{LINK}_i, \text{CV}_i) \quad (2)$$

donde la tasa de crecimiento anualizada de la productividad, utilizada como proxy de los cambios en el desempeño productivo de las firmas, es estimada por la innovación en producto y proceso, la heterogeneidad de la productividad intrasectorial, la tasa anualizada del consumo aparente y un conjunto amplio de variables de control. A su vez, la innovación es función de las capacidades de absorción de las firmas, las vinculaciones que establecen y el conjunto de controles correspondientes.

De esta forma, buscamos dar cuenta de los determinantes del desempeño productivo de las firmas a nivel micro, meso y macroeconómico.

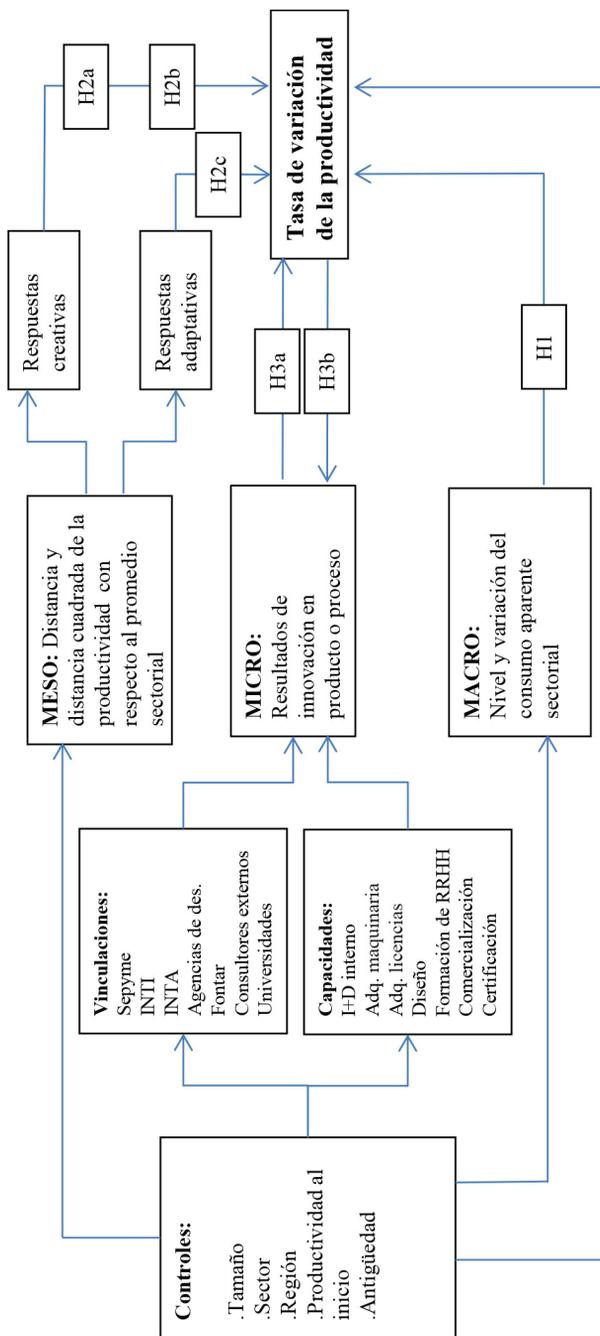
En primer lugar, en línea con lo establecido en el marco teórico, el modelo postula que la relación entre innovación y productividad sigue una dinámica no lineal regida por retroalimentaciones positivas. La literatura tradicional captura solo una parte de estos procesos de retroalimentación; sin embargo, es conceptualizado como un problema de simultaneidad que es necesario corregir. En gran parte de la literatura esto se corrige a partir del uso de variables instrumentales (Crépon *et al.*, 1998), procedimiento de estimación que permite “dar un tratamiento adecuado” al efecto del sesgo de simultaneidad.

El marco teórico propuesto permite resignificar el sesgo de simultaneidad identificado por gran parte de la literatura en una relación dinámica de retroalimentación. En este contexto, proponemos, para la estimación del modelo, capturar la emergencia de estos *feedbacks* mediante el método de variables instrumentales (siguiendo la metodología propuesta por Wooldridge, 2002) en el que la innovación de producto y proceso es instrumentada por una estimación máximo verosímil de su relación con los *inputs* de la innovación (Duguet, 2003), la segunda ecuación del modelo a estimar.

Sobre la base de estos resultados, se aplica un test de exogeneidad para la innovación en producto y proceso. Se parte de la idea de que un rechazo de la hipótesis nula significa que existen procesos de retroalimentación entre ambas variables. El estadístico del test se elabora a partir de la comparación de los betas estimados por el método de mínimos cuadrados y el de variables instrumentales. En la medida en que estas estimaciones difieran significativamente, puede afirmarse que la aplicación de este último método captura estos *feedbacks*.

En el siguiente diagrama acíclico se establecen las principales relaciones entre las variables.

Gráfico 5. Diagrama acíclico de relación entre las variables



Fuente: Elaboración propia.

## Resultados

La tabla 4a muestra que los instrumentos propuestos no están correlacionados con la tasa de crecimiento de la productividad *ceteris paribus* los resultados de innovación de producto y proceso. En la primera etapa del método 2SLS, se muestra que los instrumentos están parcialmente correlacionados con los resultados de innovación.

Tabla 4a. Validez de los instrumentos y primera etapa

	MCC	PROBIT
Variable dependiente	Crecimiento anualizado de la productividad	Innovación en producto y proceso (INNO)
<i>Variables independientes</i>	<i>beta / t</i>	<i>beta / t</i>
INNO	-0,007	
	-0,30	
Control de la calidad	-0,017	0,187
	-0,88	1,70
Adquisición de equipamiento	0,012	2,055***
	0,54	20,63
Adquisición de licencias	0,039	0,523*
	0,98	2,10
Diseño	0,042	0,821***
	1,90	6,99
Capacitación	-0,021	1,003***
	-0,86	7,28
Marketing	0,036	0,783***
	1,25	4,60
Sepyme (Secretaría PYME)	0,004	-0,042
	0,15	-0,29
Consultoras	-0,025	-0,305*
	-1,01	-2,04
Universidades	0,040	0,219
	1,57	1,49
INTI	0,026	0,302*
	1,04	2,08
Fontar	0,047	0,044
	1,64	0,25
Instituciones locales	0,000	0,506
	0,01	1,83

<b>Variables de control</b>		
. Tamaño	***	***
. Sector	***	***
. Región	***	***
. Productividad al inicio	***	***
. Antigüedad	***	***
<b>N</b>	<b>1734</b>	<b>1734</b>

\*, \*\* y \*\*\*: significancia al 10, 5 y 1%, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

Tabla 4b. Determinantes del crecimiento anualizado de la productividad

<b>Variable Dependiente:</b>		
Crec. anualizado de la productividad	MCC	IV
	beta / t	beta / t
INNO	0,028**	0,055***
	2,01	3,09
DELTA	-0,088***	-0,085**
	-2,58	-2,48
DELTA <sup>2</sup>	0,051***	0,052***
	6,58	6,53
$\overline{DEM}$	-0,033	-0,049
	-0,19	-0,28
<b>Variables de control</b>		
. Tamaño	***	***
. Sector	***	***
. Región	***	***
. Productividad al inicio	***	***
. Antigüedad	***	***
<b>Estadísticos del modelo</b>		
Prob > F	0,000	0,000
N	1734	1734

\*, \*\* y \*\*\*: significancia al 10, 5 y 1%, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

La primera hipótesis se refiere a los determinantes micro de crecimiento de la productividad. La tabla 4b muestra que el rendimiento de la innovación tiene un efecto positivo sobre la dinámica de la productividad. Esto se observa tanto en los modelos MCO como en el que se aplica IV. Ellos muestran la solidez de estos resultados. Por otro lado, la tabla 5 muestra que los resultados de la innovación son una variable endógena que se interpreta como la existencia de retroalimentación entre la innovación y la tasa de cambio en la productividad.

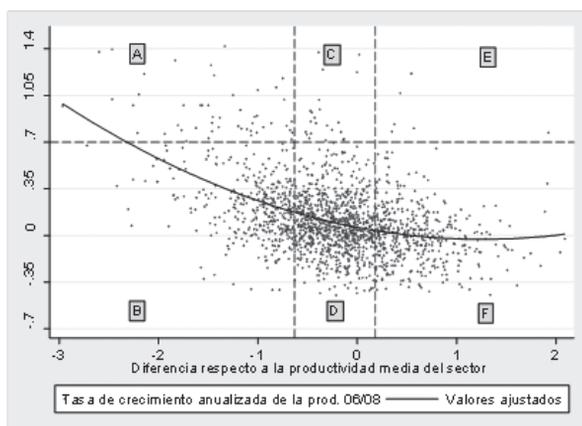
Tabla 5. Test de endogeneidad

<b>Test de endogeneidad: innovación en producto y proceso</b>		
H0: Regresor exógeno		
Wu-Hausman F test:	327.668	P-value = 0,07045
<b>Durbin-Wu-Hausman chi-sq test:</b>	<b>329.325</b>	<b>P- value= 0,06957</b>

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

En segundo lugar, en relación con los determinantes meso, el modelo confirma la existencia de una relación causal entre la heterogeneidad de los niveles de productividad y el rendimiento productivo de cada empresa. Tanto la variable que captura la brecha de productividad con el promedio de cada sector (DELTA) como su cuadrado son estadísticamente significativos. El signo de cada parámetro estimado sugiere que la relación entre la evolución del rendimiento productivo de la empresa y su ubicación con respecto a la media del sector es en forma de U. El siguiente gráfico muestra la distribución de las empresas en dos dimensiones: en el eje X se muestra la diferencia entre el nivel de productividad de la empresa y la productividad media del sector en el comienzo del período, mientras que el eje Y muestra la tasa de crecimiento de la productividad. Esto nos permite dar cuenta de las reacciones creativas y adaptables de acuerdo con la posición de la empresa en el espacio competitivo.

Gráfico 6. Crecimiento de la productividad versus gap con la media sectorial (2006-2008)



Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

En el gráfico se han identificado seis regiones con el fin de probar las diferencias en la intensidad de la conducta innovadora de las empresas de acuerdo con su ubicación en el espacio competitivo. Tomamos el crecimiento de la productividad media (eje Y) y el primer y tercer cuartil de la variable DELTA (eje X) como los límites entre las regiones. El cuadrante A se compone de un conjunto de virtuosos de las empresas que ha experimentado la productividad muy por debajo de la media en comparación con el sector, pero luego tuvo altas tasas de crecimiento de la productividad, que estaban por encima de la mediana. En línea con lo expresado en la hipótesis 2a, para este conjunto de empresas, la medición continua de la propensión a innovar fue significativamente mayor en las empresas en el cuadrante B. Se considera que prueba la existencia de un conjunto de empresas que muestran reacciones creativas en una situación desfavorable en el contexto de la competencia. En este caso, las empresas que aumentaron su productividad por encima del promedio mostraron una propensión media continua a innovar de un 27%, mientras que entre las empresas en el cuadrante B, el promedio fue del 15%. Este cuadrante reúne a las empresas con pobres resultados relativos en el año 2006, que más tarde mostró una tasa de cambio de la productividad que estaba por debajo de la media (ver tabla 5).

En contra de la hipótesis 2c, entre las empresas cuyos niveles de productividad inicial estaban cerca de la media del sector, se observaron diferencias significativas entre los cuadrantes C y D. Estas diferencias

muestran que las empresas que lograron superar la tasa de crecimiento de la productividad media mostraron una mayor intensidad innovadora. En estos términos, las actividades y los resultados de la innovación alcanzados en este segmento-espacio de competencia tienen un fuerte impacto en la productividad.

Finalmente, los cuadrantes D y F contienen evidencia empírica que refuta la hipótesis 2b. Las empresas cuyos niveles de productividad registrados en 2006 fueron muy superiores a la media del sector no muestran un mayor comportamiento innovador con diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, independientemente de las tasas de crecimiento de la productividad que logran estas empresas, son las que muestran los niveles más altos del indicador continuo de intensidad de innovación. Este resultado sugiere que en este conjunto de empresas con altos conocimientos y altos niveles de innovación predomina un efecto *path dependency* que tiende a reforzar el liderazgo tecnológico. Este proceso fue alentado por la dinámica de la competencia entre empresas que comparten un conjunto de atributos similares en términos de capacidades y vinculaciones. La ausencia de diferencias significativas que parece sugerir que los esfuerzos de innovación tienen menos impacto sobre la productividad entre las empresas con niveles iniciales de productividad altos, pero la presencia de actividades de innovación, pone de relieve la necesidad de desarrollar habilidades de forma continua para poder competir en este segmento innovador.

Tabla 6. Propensión a innovar según nivel y tasa de cambio de la productividad

			Gap entre el nivel de productividad y la media sectorial		
			1er cuartil	2do y 3er cuartiles	4to cuartil
Crecimiento anualizado de la productividad	≥ 0,08 (mediana)	<b>Cuadrante</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>E</b>
		Propensión a innovar media	27	32	42
		N	308	426	131
	< 0,08	<b>Cuadrante</b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>F</b>
		Propensión a innovar media	15	25	39
		N	122	437	306
<b>Test de diferencia de medias (Sig. level)</b>			<0,001	<0,001	No significativo

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

Este proceso de cambios en el desempeño productivo de las empresas, que surge de la esfera meso, no dio lugar a un escenario de convergencia en las tasas de cambio de la productividad de las empresas. Por el contrario, los comportamientos diversos son los protagonistas presentados por la población de empresas. La persistencia de la microheterogeneidad y variabilidad en un contexto de estabilidad de las características globales de la población es una característica clave señalada por el enfoque de la complejidad. Por lo tanto, nos permite reconocer la emergencia de una estructura macro de la fuerte interacción entre agentes en un contexto de microdiversidad.

En la tabla 7 sintetizamos los resultados del análisis de las trayectorias de las empresas a partir de cambios en la posición de las firmas. De esta manera, podemos ver una gran movilidad de las empresas de los segmentos de baja productividad a los niveles superiores (mejoras), y viceversa (peor), entre 2006 y 2008. Aunque alrededor de la mitad del panel no alteró su posición relativa (sin cambios), se puede observar una variación enorme dentro de este grupo. Esto demuestra que la heterogeneidad de la performance productiva persiste incluso entre empresas que no alcanzan el umbral crítico de cambio.

Tabla 7. Heterogeneidad en las trayectorias del crecimiento de la productividad

Cambio en las posiciones: 2008-2006				Std Error (Unchanged)
Empeoró	Sin cambios	Mejóro	Total	
23,2	54,3	22,5	100	0,17

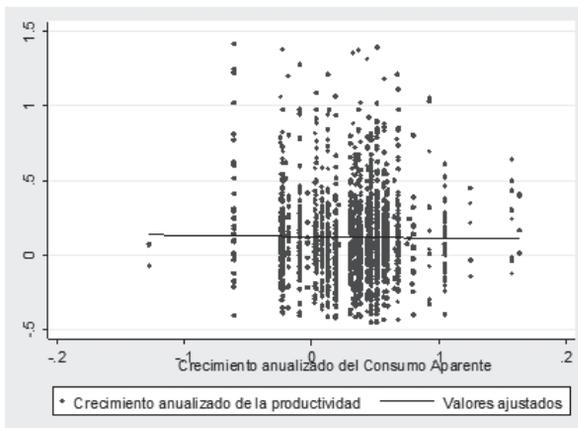
Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

De la muestra total, el 23% de las empresas empeoró su situación en relación con el inicio del período en estudio, mientras que el 22% mostró una mejoría, y el restante 54% se mantuvo sin cambios. Incluso en este último grupo, la variación en el rendimiento productivo marca una importante volatilidad. Cuando este análisis se repite controlando por sector, tamaño y antigüedad de la empresa, los resultados no cambian. En última instancia, esto pone de relieve la idea de la diversidad como un elemento central para la explicación de los cambios en la productividad de las empresas: en particular, cómo la evolución del rendimiento productivo puede ser explicada en un mundo de comportamientos heterogéneos, pero coordinados (Metcalf, 1997).

Por último, en lo que respecta a la evolución de la performance productiva de la derivada de la esfera macro, se puede decir que la tasa anual de cambio en el consumo aparente como una variable que captura el crecimiento de la demanda interna no tiene un impacto estadísticamente significativo sobre la evolución de la productividad. Este resultado podría explicarse por la ausencia de grandes empresas multinacionales en la muestra, en las que el crecimiento del consumo interno podría ser un impacto significativo. Por otro lado, debido a la heterogeneidad de las empresas que componen el panel, es importante señalar que el impacto causal de estos macrodeterminantes ha dado lugar a reacciones de diversa intensidad y dirección, por lo que es difícil captar el comportamiento promedio estadísticamente significativo. El gráfico muestra que las dos variables son estadísticamente independientes, lo que nos permite rechazar la hipótesis 3. El siguiente gráfico muestra la distribución de las empresas y la línea estimada por la relación entre las tasas de cambio en la productividad y el consumo aparente y revela que la heterogeneidad de la respuesta domina la relación causal entre dos variables.

En este sentido, cuando la atención se centra en las respuestas de las distintas empresas a los cambios en la evolución de la demanda interna, lo que se expresa es la ausencia de una respuesta inequívoca a la estimulación del crecimiento del mercado. Esto no niega el hecho de que diferentes empresas fueron capaces de aprovechar las condiciones favorables para el crecimiento económico, pero la heterogeneidad sigue siendo el rasgo dominante, al menos en un plazo relativamente estrecho como el período 2006-2008.

Gráfico 7. Crecimiento de la productividad versus crecimiento del consumo aparente (2006-2008)



Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

Al mismo tiempo, como se discutió en la sección anterior sobre la contextualización de datos, el período en análisis corresponde a una fase de consolidación del modelo económico en el que el crecimiento económico es una consecuencia de los procesos de inversión y no de expansión de la producción sobre la base instalada existente de capacidad. En este contexto, es posible que el efecto determinante de la demanda interna en el crecimiento de la productividad a través de economías de escala se produjera en el período anterior (2003-2006).

## Conclusiones

El cambio en el régimen macroeconómico y en las condiciones internacionales registrado a lo largo de la última década en la Argentina, junto con un set incipiente de políticas industriales y tecnológicas, contribuyó a revertir una tendencia de reducción del valor agregado de las empresas industriales y de servicios argentinas que favoreció su expansión productiva. En ese contexto se registraron aumentos simultáneos de la productividad, la producción y del empleo. Este escenario de crecimiento resulta ideal para estudiar el impacto de los procesos innovativos, de la dinámica de la competencia y de la expansión de la demanda sobre las variaciones de la productividad a nivel de firma.

Si bien la evolución macroeconómica, incluyendo la tasa de interés, el tipo de cambio y, en especial, la expansión de la demanda interna, jugó un rol central en la recuperación productiva, las conductas innovativas de las firmas y la construcción de capacidades tecnológicas y organizacionales así como la heterogeneidad intrasectorial y la localización de la firma en el espacio competitivo, como una dimensión mesoeconómica, también contribuyeron al crecimiento de la productividad a nivel de firma.

En ese sentido, el trabajo retoma un debate teórico de larga data en el que han contribuido dos tradiciones, el *mainstream* neoclásico y el evolucionismo económico.

En este contexto, si bien los trabajos que se inscriben en la tradición neoclásica han contribuido, a partir de un conjunto de trabajos empíricos y aportes metodológicos, a comprender la relación entre productividad e innovación, el esquema teórico y metodológico que utilizan limita la posibilidad de analizar esta relación como un proceso dinámico, fuera de equilibrio y retroalimentado. Dentro de la perspectiva, sobresale el trabajo de Crépon *et al.* (1998) en el que se testea la relación entre innovación y productividad en un modelo que toma en cuenta los determinantes de innovación y el efecto de esta última sobre la productividad. En este es-

quema, la simultaneidad entre innovación y variaciones de productividad, atribuidas a un problema de endogeneidad de los datos, es controlada mediante el método de variables instrumentales.

En el presente artículo hemos propuesto que un enfoque evolucionista debe recoger los aportes de Smith, Marshall, Young y Kaldor, que argumentan que el aumento de la productividad sigue un sendero de desequilibrios guiado por la expansión de la demanda y su impacto sobre la productividad, a partir de procesos de aumento de la división del trabajo, de innovación, de generación de externalidades, de complementariedades tecnológicas y de la presencia de rendimientos crecientes. Nelson (1981) ha puesto de manifiesto las limitaciones del enfoque neoclásico y ha enfatizado en poner de relevancia los problemas de interacción entre las variables independientes de la función de producción utilizada en los modelos de tradición neoclásica. En este contexto, ha propuesto que la heterogeneidad y el desequilibrio constituyen elementos claves que explican la dinámica de la productividad. Dosi *et al.* (2010) y otros autores de la tradición evolucionista han mostrado la importancia de estos factores. En el presente trabajo, además, incluimos el enfoque de complejidad para enfatizar la existencia de *feedbacks* entre las variaciones de productividad y los resultados de innovación. De esta forma, hemos propuesto resignificar los problemas de endogeneidad identificados por la tradición neoclásica como la forma en la que se manifiestan los *feedbacks* entre innovación y variación de la productividad a lo largo del sendero de aprendizaje de las firmas.

Desde una perspectiva empírica, se rescata una serie de hechos estilizados que parecen ir en la dirección que planea el enfoque evolutivo. Entre ellos destaca la heterogeneidad tanto de tamaños como de variaciones de productividad y de conductas. En la estadística descriptiva se muestra que la base de datos utilizada no se aparta de este hecho estilizado referido a la fuerte heterogeneidad interorganizacional.

En este contexto, proponemos que la fuerte heterogeneidad que se manifiesta en importantes distancias entre la productividad de las firmas y el promedio del sector en el que compiten se manifiesta en reacciones creativas y adaptativas que influyen sobre ulteriores variaciones de la productividad.

Bajo el esquema teórico evolucionista ampliado por la complejidad y las regularidades empíricas que plantea la literatura, el modelo econométrico estimado toma en cuenta dimensiones micro, meso y macroeconómicas como determinantes de la variación de la productividad. En este sentido, el modelo plantea que, más allá del efecto de la dinámica sectorial sobre los procesos de competencia, también son relevantes las dinámicas hetero-

géneas de las diferentes firmas, recalcando la importancia de la variedad de las tasas de crecimiento a nivel micro y la relación entre estas y las dinámicas sectoriales.

A nivel micro, el modelo pone de manifiesto que las variaciones de productividad están asociadas a los resultados de innovación que realizan las empresas y que, a su vez, son influidos positivamente por la variación de la productividad y remarca la existencia de senderos *path dependence* en la acumulación de capacidades productivas. Al mismo tiempo, el desarrollo por parte de las firmas de capacidades de absorción y conectividad resulta clave para explicar los resultados de innovación y establece un vínculo indirecto entre el desarrollo de capacidades y el crecimiento de la productividad.

A nivel meso, el modelo muestra que la posición de la firma en el espacio competitivo en el que participa influye de manera no lineal sobre la variación de la productividad. Los datos revelan que tanto las firmas que tienen niveles muy por arriba o muy por debajo de la productividad media del sector manifiestan fuertes incrementos de la productividad, aunque por distintas causas. Entre las firmas de bajo nivel de productividad se ha detectado un conjunto de firmas con reacciones creativas que se manifiestan en una elevada propensión a innovar. En el otro extremo, las firmas de elevada productividad se destacan por una elevada propensión a innovar como consecuencia del *path dependence*. De esta forma, se muestra la presencia de reacciones creativas y adaptativas a lo largo de un sendero dependiente.

Por su parte, el macro determinante considerado, la evolución de la demanda interna, no parecería haber jugado un rol clave en la dinámica de la productividad a nivel de firma. En esa dirección, los resultados muestran que predomina la heterogeneidad de reacciones frente a conductas homogéneas ante cambios en la demanda.

Finalmente, el trabajo pone de manifiesto un conjunto de cuestiones que deberían ser consideradas en futuras investigaciones. En primer término, la necesidad de introducir las diferentes dimensiones en las que se manifiesta la heterogeneidad para el análisis de la variación de la productividad tanto a nivel agregado como a nivel de firma. En este esquema, la perspectiva poblacional por sobre la del agente representativo permite resignificar la interacción de las firmas en el proceso de competencia. En este esquema, hemos resaltado tanto la coexistencia de firmas con diferentes niveles y tasas de crecimiento de la productividad en un mismo sector como la persistencia de estas heterogeneidades en el tiempo. En segundo término, el trabajo ha puesto de manifiesto la necesidad de identificar unidades mesoeconómicas que den cuenta de los verdaderos espacios de competencia. La centralidad de la dimensión mesoeconómica radica en

que en ella se producen los procesos de retroalimentación positiva y se manifiestan cabalmente las dinámicas del desequilibrio, la heterogeneidad y los procesos de *feedbacks* positivos.

## Bibliografía

- Albornoz, F. y Yoguel, G. (2004). "Competitiveness and production network: the case of the Argentine automotive sector", *Industrial and Corporate Change*, vol. 13, n° 4, 619-642.
- Antonelli, C. (1997). "Percolation processes, technological externalities and the evolution of technological clubs", *Empirica*, vol. 24, n° 1-2, enero, 137-156.
- Antonelli, C. (2007). "The system dynamics of collective knowledge: From gradualism and saltationism to punctuated change", *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 62, 215-236.
- Antonelli, C. (2008). *Localised technological change: Towards the economics of complexity*, Londres-Nueva York: Taylor & Francis.
- Antonelli, C. (2011). *Handbook on the economic complexity of technological change*, Chetenham: Edward Elgar.
- Antonelli, C. y Scellato, G. (2007). "Complexity and innovation: Social interactions and firm level total factor productivity". Disponible en: [http://ssrn.com/abstract, 999294:2007](http://ssrn.com/abstract,999294:2007).
- Argyris, C. (1962). *Social science approaches to business behavior*, Homewood: Dorsey Press.
- Arthur, B. (1989). "Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events", *Economic Journal*, 99, 116-131.
- Arthur, B. (1999). "Complexity and the economy", *Sciences*, vol. 284, n° 5411, 107-109.
- Arthur, B.; Durlauf, S. y Lane, D. (1997). "The economy as an evolving complex system II", *Proceeding*, vol. xxvii.
- Aspiazu, D. y Schorr, M. (2010). "La industria argentina en la posconvertibilidad: reactivación y legados del neoliberalismo", *Problemas del Desarrollo*, 41 (161), julio.
- Bartelsman, E.J. (2010). "Searching for the sources of productivity from macro to micro and back", *Industrial and Corporate Change*, 19 (6), 1891.

- Bartelsman, E.J. y Doms, M. (2000). "Understanding productivity: Lessons from longitudinal microdata", *Journal of Economic Literature*, 38 (3), 569-594.
- Benavente, J.M. (2003). "The role of research and innovation in promoting productivity in Chile". Documento de Trabajo 200, Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Bottazzi, G.; Dosi, G.; Jacoby, N.; Secchi, A. y Tamagni, F. (2010). "Corporate performances and market selection: Some comparative evidence", *Industrial and Corporate Change*, 19 (6), 1953.
- Cantner, U. y Hanusch, H. (2005). "Heterogeneity and evolutionary change. Concepts and measurement", en Dopfer, K. (ed.), *Economics, evolution and the state: The governance of complexity*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Castellacci, F. y Zheng, J. (2010). "Technological regimes, Schumpeterian patterns of innovation and firm-level productivity growth", *Industrial and Corporate Change*, 19 (6), 1829.
- Cimoli, M. y Dosi, G. (1995). "Knowledge creation and historical learning. Technological paradigms, patterns of learning and development. An introductory roadmap", *Journal of Evolutionary Economics*, n° 5, 243-268.
- Cimoli, M.; Dosi, G. y Stiglitz, J. (2008). "The future of industrial policies in the new millennium; toward knowledge-centered development agenda", *LEM Working paper series*, n° 19. Disponible en: <http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/2008-19.pdf>
- Cimoli, M. y Porcile, G. (2009). "Sources of learning paths and technological capabilities: An introductory roadmap of development processes", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 18, n° 7, octubre, 675-694.
- Cimoli, M.; Porcile, G. y Rovira, S. (2009). "Structural change and the BOP-constraint: Why did Latin America fail to converge?", *Cambridge Journal of Economics*.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989). "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol. 99, n° 397, 569-596.
- Crépon, B.; Duguet, E. y Mairesse, J. (1998). "Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level", *Economics of*

*Innovation and New Technology*, 7, enero, 115-158.

- Crespi, G. y Zuniga, P. (2012). "Innovation and productivity: Evidence from six Latin American countries", *World Development*, 40 (2), febrero, 273-290.
- David, P. (1985). "Clio and the economics of qwerty", *American Economic Review: Papers and Proceedings*, vol. 75, n° 2, 332-337.
- David, P. y Foray, D. (1994). "Percolation structures, markov random fields and the economics of EDI standard diffusion", en Porogel, G. (ed.), *Global telecommunications strategies and technological changes*, North Holland.
- Dopfer, K. (2005). *Economics, evolution and the state: The governance of complexity*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Dosi, G. y Kaniovski, Y. (1994). "On 'Badly behaved' dynamics", *Journal of Evolutionary Economics*, n° 4, 93-123.
- Dosi, G.; Lechevalier, S. y Secchi, A. (2010). "Introduction: Interfirm heterogeneity: Nature, sources and consequences for industrial dynamics", *Industrial and Corporate Change*, 19 (6), enero, 1867-1890.
- Dosi, G. y Nelson, R. (1994). "An introduction to evolutionary theories in economics", *Journal of Evolutionary Economics*, n° 4, 3, 153-172.
- Duguet, E. (2003). "Innovation height, spillovers and TFP growth at the firm level: Evidence from French manufacturing", *Economics of Innovation and New Technology*, 13, 1-2.
- Duguet, E. (2007). "Innovation height spillovers and TFP growth at the firm level: Evidence from French manufacturing", *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 415-442.
- Durlauf, S. (1997). "What should policymakers know about economic complexity?", Santa Fe Institute Working Papers, n° 97-10-080. Disponible en: <http://www.santafe.edu/research/publications/workingpapers/97-10-080.pdf>
- Erbes, A; Robert, V. y Yoguel, G. (2010). "Capacities, innovation and feedbacks in production networks in Argentina", *Economics of Innovation and New Technology*, 19, noviembre, 719-741.
- Erbes, A.; Robert, V.; Yoguel, G.; Borello, J. y Lebedinsky, V. (2006). "Regímenes tecnológico, de conocimiento y competencia en diferentes formas organizacionales: la dinámica entre difusión y apropiación",

- Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 46, n° 181, abril-junio, 33-62.
- Fagerberg, J. (2003). "Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 13, n° 2, abril, 125-159.
- Foster, J. (1993). "Economics and the self-organisation approach: Alfred Marshall revisited?", *The Economic Journal*, 103, 419, 975-991.
- Foster, J. (2005). "From simplistic to complex systems in economics", *Cambridge Journal of Economics*, n° 29, 873-892.
- Freeman, C. (1991). "Networks of innovator: A synthesis of research issue", *Research Policy*, vol. 20, n° 5, 499-514.
- Freeman, R.B. y Medoff, J.L. (1979). "The two faces of unionism", Working Paper 364, National Bureau of Economic Research. Disponible en: <http://www.nber.org/papers/w0364>.
- Frenken, K. (2006). "Technological innovation and complexity theory", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 15, n° 2, 137-155.
- Griliches, Z. (1986). "Productivity, R&D, and basic research at the firm level in the 1970s", NBER Working Paper Series, Working Paper n° 1547
- Griliches, Z. (1990) "Patent statistics as economic indicators: A survey", *Journal of Economic Literature*, 28, 1661-1707.
- Griliches, Z. (1992). "The search for R&D spillovers", *Scandinavian Journal of Economics*, 94, 29-47.
- Griliches, Z. y Mairesse, J. (1981). "Productivity and R and D at the firm level", NBER Working Paper Series, Working Paper n° 826.
- Holland, J. (2004). *El orden oculto: de cómo la adaptación crea la complejidad*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Iacovone, L. y Crespi, G. (2010). "Catching up with the technological frontier. Micro-level evidence on growth and convergence", *Industrial and Corporate Change*, vol. 19, n° 6, 2073-2096.
- Jaffe, A.B.; Trajtenberg, M. y Henderson, R. (1993). "Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations", *The Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), 577-598.
- Kaldor, N. (1966). "Marginal productivity and the macro-economic theories of distribution: Comment on Samuelson and Modigliani", *The Review of Economic Studies*, 33 (4), 309-319.

- Kaldor, N. (1972). "The irrelevance of equilibrium economics", *The Economic Journal*, vol. 82, n° 328, 1237-1255.
- Kauffman, S.A. (1993). *The origins of order*, Oxford University Press.
- Kuznets, S. (1952). "Long-term changes in the national income of the United States of America since 1870", *Review of Income and Wealth*, 2 (1), 29-241.
- Lane, D. (2011). "Complexity and innovation dynamics", en Antonelli, C. (ed.), *Handbook on the system dynamics of technological change*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Los, B. y Verspagen, B. (2006). "The evolution of productivity gaps and specialization patterns", *Metroeconomica*, 57 (4), 464-493.
- Mairesse, J. y Sassenou, M. (1991). "R&D productivity: A survey of econometric studies at the firm level", Working Paper 3666, National Bureau of Economic Research. Disponible en: <http://www.nber.org/papers/w3666>.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1997). "Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities", *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, n° 1, 83-118.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (2000). "Knowledge innovative activities and industrial evolution", *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, n° 2, 289-314.
- March, J.G. y Simon, H.A. (1993). *Organizations*, Nueva York: Wiley.
- Marshall, A. (1920). *Principios de economía* [1890], Madrid: Síntesis.
- McCombie, J.S. (1983). "Kaldor's law in retrospect", *Journal of Post-Keynesian Economics*, vol. v, n° 3, 414-429.
- Metcalf, J.S. (2002). "Knowledge of growth and the growth of knowledge", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 12, n° 1-2, marzo, 3-15.
- Metcalf, J.S. (2007). "Marshall's mecca: Reconciling the theorist of value and development", *Economic Record*, vol. 83, n° 1, 1-22.
- Metcalf, J.S. (2010). "Dancing in the dark: la disputa sobre el concepto de competencia", *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, 50 (197), 59-79.
- Metcalf, J.S.; Foster, J. y Ramlogan, R. (2006). "Adaptive economic growth", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 30, n° 1, 7-32.

- Metcalfe, J.S.; Ramlogan, R. y Uyarra, E. (2003). "Competition, innovation and economic development: the instituted connection", *Institutions and Economic Development*, 1.
- Myrdal, G. (1957). *Economic theory and underdeveloped regions*, Londres: Gerald Duckworth.
- Nelson, R.R. (1981). "Research on productivity growth and productivity differences: Dead ends and new departures", *Journal of Economic Literature*, 19 (3), 1029-1064.
- Nelson, R.R. y Winter, S.G. (1977). "In search of useful theory of innovation", *Research Policy*, 6 (1), 36-76.
- Nelson, R.R. y Winter, S.G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Harvard University Press.
- Prigogine, I. y Stengers, I. (1985). *La nueva alianza. La metamorfosis de la ciencia*, Madrid: Alianza Ciencias.
- Rivera Ríos, M.; Robert, V. y Yoguel, G. (2009). "Cambio tecnológico, complejidad e instituciones: una aproximación desde la estructura industrial e institucional de Argentina y México", *Revista Problemas del Desarrollo*, vol. 40, nº 57.
- Robert, V. y Yoguel, G. (2010). "La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo", *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, 50 (199), 423-453.
- Romer, P. (1990). "Endogenous technological change", *Journal of Political Economy*, vol. 98, nº 5, octubre, S71-S102.
- Saviotti, P.P. (2001). "Networks, national innovation systems and self organization", en Fisher, M.M. y Fröhlich, J. (eds.), *Knowledge, complexity and innovation systems*, Berlín: Springer.
- Schumpeter, J. (1934). *The theory of economic development [1912]*, Cambridge: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, socialism, and democracy*, Nueva York: Harper and Brothers.
- Schumpeter, J. (1947). "The creative response in economic history", *The Journal of Economic History*, vol. 7, nº 2, noviembre, 149-159.
- Silverberg, G. (2003). "Long waves: conceptual, empirical and modelling issues", en Hanusch, H. y Pyka, A. (eds.), *The Elgar Companion to neo-Schumpeterian economics*, Cheltenham: Edward Elgar.

- Silverberg, G.; Dosi, G. y Orsenigo, L. (1988). "Innovation, diversity and diffusion: A self-organization model", *The Economic Journal*, n° 98, 1032-1054.
- Silverberg, G. y Verspagen, B. (2005). "A percolation model of innovation in complex technology spaces", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 29, n° 1-2, 225-244.
- Simon, H.A. (1969). "The architecture of complexity", en Simon, H. (ed.), *The sciences of the artificial*, Cambridge: MIT Press, 192-229.
- Simon, H.A. (1976). *Administrative behavior: A study of decision-making processes in administrative organization* [1947], Nueva York: The Free Press.
- Smith, A. (1997). *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* [1776], México: Fondo de Cultura Económica.
- Solow, R.M. (1957). "Technical change and the aggregate production function", *The Review of Economics and Statistics*, 39 (3), agosto, 312.
- Tether, B.S. (2002). "Who co-operates for innovation, and why? An empirical analysis", *Research Policy*, n° 31, 947-967.
- Thirlwall, A.P. (1979). "The balance of payments constraint as an explanation of international growth rate differences", *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*.
- Vega-Jurado, J.; Gutiérrez Gracia, A.; Fernández de Lucio, I. y Manjarres Henríquez, L. (2008). "The effect of external and internal factors on firms' product innovation", *Research Policy*, n° 37, 616-632.
- Veugelers, R. (1997). "Internal R & D expenditures and external technology sourcing", *Research Policy*, n° 26, 303-315.
- Witt, U. (1997). "Self-organization and economics: What is new?", *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 8, n° 4, octubre, 489-507.
- Wooldridge, J.M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*, Cambridge: MIT Press.
- Yoguel, G. (2009). *Redes de conocimiento en tramas productivas argentinas*, México: IDRC-Flacso.
- Young, A.A. (1928). "Increasing returns and economic progress", *The Economic Journal*, vol. 38, n° 152, 527-542.

# Eficiencia schumpeteriana, keynesiana y factorial: algunas evidencias sobre la conducta exportadora de firmas industriales argentinas

FLORENCIA BARLETTA\*  
MARIANO PEREIRA\*\*  
GABRIEL YOGUEL\*\*\*

---

## Introducción

Los beneficios derivados de la inserción internacional de un país son mayores cuando el perfil de especialización externo refleja en forma simultánea lo que en la literatura evolucionista se denomina eficiencia keynesiana y schumpeteriana (Dosi, 1988; Dosi *et al.*, 1990; Cimoli *et al.*, 2010), en contraposición a un perfil en el que predominan sectores que solo tienen eficiencia factorial. La eficiencia keynesiana (en adelante, EK) alude a un tipo de inserción internacional sustentada en productos con elevada elasticidad ingreso de la demanda. Esto da lugar a una extensión del mercado, a un aumento de la especialización productiva y de la división

---

\* Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina.

\*\* Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

del trabajo, al aprovechamiento de economías de escala y a un aumento de la productividad. La eficiencia schumpeteriana (en adelante, ES) alude a un tipo de especialización basada en sectores en los que la innovación y el cambio técnico son los argumentos claves de la inserción externa. Este tipo de eficiencia corresponde a productos caracterizados por elevada complejidad tecnológica, altos niveles de productividad, rendimientos crecientes, *spill overs* y fuertes encadenamientos productivos. Por su parte, la eficiencia factorial (en adelante, EF) alude a un patrón de especialización internacional que refleja solo ventajas absolutas estáticas derivadas de la dotación factorial.

Esta discusión es especialmente relevante para analizar la relación existente entre el patrón de especialización y el desarrollo económico ya que mientras en los países desarrollados la especialización comercial predominante se basa en la coexistencia de las EK y ES, en los países en desarrollo como la Argentina las canastas exportadoras determinantes del comercio muestran un predominio de eficiencia factorial. En estos casos, que se pueden extender a otros países latinoamericanos (Kuwayama y Durán Lima, 2003; Montobbio y Rampa, 2005; Lugones y Suárez, 2006; Fernández Bugna y, 2007; CEPAL, 2007; Bianco y Sessa, 2010), el patrón de especialización comercial está determinado en gran medida por una canasta de productos intensivos en recursos naturales y por la evolución de los precios internacionales de estos productos.

En ese marco, el objetivo general de este trabajo es realizar una discusión teórica sobre la relación existente entre el nivel de desarrollo de las capacidades tecnoorganizacionales de las firmas y el tipo de eficiencia prevaleciente en la inserción externa. Reconociendo la importancia de generar procesos de cambio estructural, la principal motivación teórica del artículo es comprender cuáles son las fuentes de construcción de ventajas absolutas que permiten relajar la dependencia de los factores abundantes en el perfil de especialización exportadora. En ese marco analítico, el objetivo específico es aportar evidencia empírica sobre la relación entre el nivel de desarrollo de las capacidades tecnoorganizacionales de las firmas, los patrones de eficiencia sectorial y el perfil de inserción externa en una muestra representativa de pymes industriales argentinas en los últimos años.

Las preguntas que guían este trabajo son las siguientes: ¿cuál es impacto del desarrollo de capacidades sobre la performance exportadora de las firmas?, ¿existe una relación bidireccional entre el nivel de desarrollo de las capacidades de las firmas y su desempeño exportador?, ¿cómo operan las interacciones microsectoriales en la trayectoria de inserción

externa de las firmas?, ¿las pymes tienen un patrón de inserción distinto con más peso de productos con eficiencia schumpeteriana que el perfil de especialización predominante en el país? En los casos en que esto sucede, ¿alcanzan una masa crítica que pueda dar lugar a un cambio en la especialización sectorial hacia un patrón sustentado en eficiencia schumpeteriana?

Para responder este conjunto de preguntas, se plantea un esquema analítico que integra elementos de los enfoques evolucionista (Nelson y Winter, 1982; Cohen y Levinthal, 1989; Dosi, 1988; Dosi *et al.*, 1990), de la vieja (Prebisch, 1959; Hirschman, 1957) y de la nueva escuela del desarrollo económico (Ocampo, 2006; Palma, 2005; Reinert, 2007; Cimoli *et al.*, 2010; Cimoli y Porcile, 2011) y del marco teórico de complejidad aplicado a la economía de la innovación (Arthur *et al.*, 1997; Foster, 2005; Antonelli, 2007; Metcalfe y Ramlogan, 2006; Saviotti y Frenken, 2008). En este esquema, las interacciones entre diversos elementos de la micro, la meso y la macroeconomía son claves para determinar la trayectoria de inserción externa de las empresas.

Se parte de la idea de que el patrón de inserción externa de las firmas depende de su trayectoria tecnológica previa, del espacio multidimensional en el que actúan (Antonelli, 2007), de la existencia o no de eficiencia schumpeteriana, keynesiana y factorial, y de algunos elementos de la dinámica macroeconómica (relación tipo de cambio-salario, política comercial y fiscal, entre otras). A su vez, desde la perspectiva de la complejidad, es de esperar que existan *feedbacks* positivos entre estas dimensiones. Así, el proceso de aprendizaje y el desarrollo de dinámicas basadas en la existencia de eficiencia schumpeteriana de las firmas dependen de la retroalimentación entre las capacidades, las vinculaciones, los esfuerzos de innovación y del entorno mesoeconómico en el que operan. Asimismo, se plantea la existencia de una relación compleja entre las capacidades y la performance exportadora de las empresas. Esto significa que es necesario un umbral mínimo de capacidades para acceder a los mercados internacionales y generar *feedbacks* entre esas dimensiones.

Si bien la relación entre inserción externa y conducta innovadora a nivel de firma ha sido ampliamente estudiada (Lefebvre y Bourgault, 1998; Wakelin, 1998; Wagner, 1995; Braunerhjelm, 1996; Sterlacchini, 2001; Milesi *et al.*, 2007; Harris y Li, 2009), una primera contribución de este trabajo es explorar dicha relación desde una perspectiva que combina los tres enfoques teóricos mencionados. Una segunda contribución es considerar elementos frecuentemente ausentes en el estudio de la relación entre innovación y conducta exportadora, como las capacidades tecno-

organizacionales y vinculaciones de las firmas con otros agentes y las interacciones entre las dimensiones micro y sectorial, definida esta última por la presencia o no de los distintos patrones de eficiencia mencionados previamente.

El artículo se organiza de la siguiente manera. En la segunda sección se presenta el marco teórico propuesto y las principales hipótesis. En la tercera sección se detallan los antecedentes de esta investigación. En la cuarta sección se presenta la estadística descriptiva de la base de datos. En la quinta sección se describen los modelos estimados y se discuten sus resultados. En la sexta sección se exponen las principales conclusiones del trabajo. Finalmente, se presenta un anexo con la descripción de las variables utilizadas en los modelos estimados.

### **Marco teórico e hipótesis**

Para dar cuenta de los determinantes de la conducta exportadora de las firmas, este trabajo integra un conjunto de ideas provenientes: a) de los enfoques evolucionistas (Nelson y Winter, 1982; Cohen y Levinthal, 1990; Dosi 1988; Dosi *et al.*, 1990); b) de la vieja y la nueva escuela del desarrollo económico (Prebisch, 1959; Hirschman, 1957; Ocampo, 2006; Palma, 2005; Ros, 2004; Reinert, 2007; Cimoli *et al.*, 2010; Cimoli y Porcile, 2011), y c) del marco teórico de complejidad aplicado a la economía de la innovación (Arthur *et al.*, 1997; Foster, 2005; Antonelli, 2007; Metcalfe y Ramlogan, 2006). De estas perspectivas analíticas, hemos identificado los siguientes elementos relevantes: a) la relación entre la trayectoria tecnológica y el desempeño exportador tomando en cuenta las interacciones micro-meso; b) el debate en torno al perfil de especialización y la generación de cambio estructural en países en desarrollo; c) la importancia del desarrollo de innovaciones en la construcción de ventajas absolutas dinámicas por parte de las firmas; y d) la existencia de procesos de retroalimentación positivos entre la performance exportadora de las firmas, el espacio multidimensional en el que operan y las capacidades que fueron construyendo a lo largo de su sendero evolutivo.

En primer lugar, los antecedentes de la visión evolucionista del comercio internacional pueden encontrarse en los trabajos pioneros de Posner (1961) y Linder (1961), quienes plantearon que las predicciones del modelo de Heckscher-Ohlin (H-O) eran rebatibles al incorporar el cambio tecnológico como determinante del patrón de comercio de los

países.<sup>1</sup> Estas ideas, junto con las contribuciones realizadas en los sesenta por otros investigadores especializados en comercio internacional y cambio tecnológico (Linder, 1961; Hirsch, 1965; Hufbauer, 1970; Vernon, 1966), dieron inicio al denominado *technology gap trade framework*, que fue enriquecido posteriormente por autores inscriptos en el pensamiento evolucionista (Freeman, 1982; Dosi, 1988; Dosi y Soete, 1988; Dosi *et al.*, 1990; Cimoli y Soete, 1992; Fagerberg, 2003). Este conjunto de autores comparte la idea de que las posibilidades de internacionalización de las firmas están fuertemente ligadas a la creación de ventajas dinámicas que se derivan de la construcción de sus trayectorias tecnológicas y organizacionales. En esa dirección, la literatura evolucionista plantea que las fuentes de ventajas competitivas no se agotan en la producción de bienes intensivos en recursos relativamente abundantes. Por el contrario, la introducción de innovaciones de producto y proceso, que dan lugar a la emergencia de cuasi rentas temporarias, explica por qué las ventajas (absolutas) se pueden crear y son más relevantes que las ventajas comparativas iniciales.<sup>2</sup>

En este sentido, el progreso técnico ocupa un rol central en la definición de los patrones de especialización de los países. Sobre la base de la existencia de asimetrías tecnológicas internacionales, los países con mayor nivel de desarrollo de sus capacidades innovativas y liderazgo tecnológico cuentan con ventajas absolutas derivadas de rendimientos crecientes, posibilidades de división del trabajo smithiana, progreso técnico y procesos de *learning by doing* (Dosi, 1988). De esta manera, al incorporar la noción de progreso técnico al estudio del comercio internacional, las ventajas absolutas determinadas por la superioridad tecnológica dominan sobre las ventajas relativas. En otras palabras, las ventajas absolutas, desarrolladas a partir de procesos de aprendizaje, pueden cambiar los costos relativos y las ventajas comparativas estáticas. Desde esta perspectiva, las asimetrías tecnológicas en favor de los países desarrollados explican por qué sus exportaciones se concentran mayoritariamente en bienes y servicios con baja elasticidad ingreso de

---

1 Las innovaciones de procesos, que pueden otorgar una ventaja competitiva absoluta y dar lugar a la generación de cuasi rentas, fueron ignoradas por el modelo de H-O, que consideraba que las funciones de producción a las que tenían acceso los agentes eran idénticas en todos los países.

2 Otros enfoques, provenientes de la nueva teoría del comercio internacional, también critican la teoría de Heckscher-Ohlin y explican la existencia de comercio intrasectorial entre países con dotaciones factoriales “similares”. Sin embargo, continúan estando presentes supuestos básicos que no dan cuenta de las características y determinantes del cambio tecnológico, entre ellos, el equilibrio.

la demanda, lo que compromete la posibilidad de aumentar las ventas externas y refuerza la necesidad de importar bienes de mayor complejidad tecnológica desde las economías desarrolladas.

Estas cuestiones también fueron discutidas mucho antes por los autores de la vieja escuela del desarrollo económico (Prebisch, 1959; Hirschman, 1957; 1958; Nurkse, 1953), que planteaban la necesidad de generar un proceso de industrialización que promoviera un cambio en el perfil de especialización con creciente peso de sectores con rendimientos crecientes, elevada productividad y encadenamientos productivos y derrames. Estos autores pensaban que ese tránsito les permitiría a los países en desarrollo salir del efecto producido por la disminución de los términos de intercambio (tesis Prebisch-Singer) derivado de una especialización en la que estaba presente solo la EF<sup>3</sup> (Barletta y Yoguel, 2009).<sup>4</sup>

Estas ideas de la vieja escuela estructuralista fueron retomadas desde fines de los años ochenta por diversos autores que integran la visión macroeconómica de la teoría del desarrollo y del enfoque poskeynesiano (Fajnzylber, 1990; Ocampo, 2005) con la perspectiva microeconómica evolutiva y schumpeteriana (Dosi, 1988; Cimoli *et al.*, 2010; Cimoli y Porcile, 2011; Fagerberg, 2003; Montobbio y Rampa, 2005). Según estos autores, para que los países de América Latina logren desplazar la restricción de balanza de pagos en el mediano plazo, deben generar procesos de cambio estructural que contribuyan a diversificar la canasta exportadora e incrementar el ratio entre la elasticidad ingreso de la demanda de exportaciones y de importaciones. En esa dirección plantean que esto requiere avanzar hacia el desarrollo de sectores que

---

3 Es necesario aclarar que la idea de eficiencia factorial se diferencia tanto de la visión neoclásica derivada del modelo de Heckscher-Ohlin como del modelo ricardiano. En ambos casos se trata de ventajas relativas centradas en dotación factorial en H-O y en diferencias de la productividad en Ricardo. En cambio, la idea de eficiencia factorial alude a la existencia de ventajas absolutas basadas en la dotación factorial.

4 Si bien desde el comienzo de la última década los términos del intercambio favorecen a los países exportadores de *commodities*, estas ideas de la tradición estructuralista continúan vigentes. A modo de ejemplo, las limitaciones para un desarrollo de largo plazo centrado en la eficiencia factorial se derivan de que: a) el progreso técnico de tipo incorporado limita la apropiación de cuasi rentas tecnológicas que se generan en la cadena productiva considerada en su conjunto; b) en los sectores intensivos en recursos naturales, predominan los mecanismos de competencia centrados en precios; c) los impactos hacia atrás y hacia adelante en la cadena de valor suelen ser limitados en esos bienes, y d) la brecha de productividad con Estados Unidos no se cerró a pesar del fuerte crecimiento registrado en la primera década del nuevo siglo (Robert y Yoguel, 2010).

presenten en forma simultánea dinámicas de ES y de EK (Dosi, 1988; Cimoli *et al.*, 2010). La primera eficiencia se da en sectores en los que el progreso técnico tiene un alto grado de oportunidad, acumulatividad y apropiabilidad (Nelson y Winter, 1982; Malerba y Orsenigo, 2002). La segunda eficiencia alude a sectores con elevada elasticidad ingreso de la demanda. Como sugiere Dosi (1988), “there is nothing in the mechanisms leading to allocative efficiency which guarantees also the fulfilment of the other two criteria of efficiency”. Las diferencias entre los sectores en términos de economías de escala, progreso técnico, división smithiana del trabajo y procesos de *learning by doing* hacen que los patrones de especialización, que podrían ser eficientes siguiendo una lógica de eficiencia ricardiana, no alcancen una eficiencia dinámica en el mediano plazo, cuando se consideran además las ES y EK. En especial, cuando la brecha tecnológica es muy elevada, como es el caso de los países en desarrollo, los patrones de EF limitan significativamente las posibilidades de generar procesos de *catching up*.

La tercera corriente que integra el marco teórico es la teoría de la complejidad aplicada a la economía de la innovación. Este enfoque explica por qué para que tenga lugar el desarrollo de sectores con EK y ES, es clave la emergencia de procesos de innovación en la construcción de ventajas competitivas. Desde esta perspectiva, las dinámicas de la innovación y el cambio estructural son entendidas a partir de procesos de interacción y retroalimentación positiva entre las dimensiones micro, meso y macroeconómica. Por lo tanto, las conductas innovativas de las firmas no se circunscriben a una decisión estratégica de empresarios individuales, sino que son el producto emergente de un sistema complejo afectado por las capacidades internas de las firmas, por la posibilidad de acceder a recursos externos en el espacio multidimensional en el que actúan (Antonelli, 2008; Metcalfe, 2010),<sup>5</sup> por la retroalimentación entre esos recursos y las capacidades, por la estructura de incentivos definida por las políticas macroeconómicas, industriales y tecnológicas y por un conjunto de dimensiones ubicadas en un plano macro-meso. Entre ellas se pueden mencionar las siguientes: a) la forma que adopta el proceso de competencia (Metcalfe, 2010) y de destrucción creativa (Robert y Yoguel, 2010), y b) la presencia de mecanismos de causación acumulativa que generen una profundización de la división del trabajo

---

5 El concepto de espacio multidimensional alude a diversas dimensiones tales como la distancia geográfica, tecnológica y cognitiva entre las organizaciones. Este espacio es el lugar teórico en el que se establece la arquitectura de conexiones de las organizaciones.

y un aumento de la productividad en los sectores transables (Kaldor, 1972). En este contexto, se parte de la idea de que las firmas conforman sistemas productivos y de innovación en los que además participan diferentes instituciones públicas y privadas que promueven o bloquean el desarrollo de capacidades.

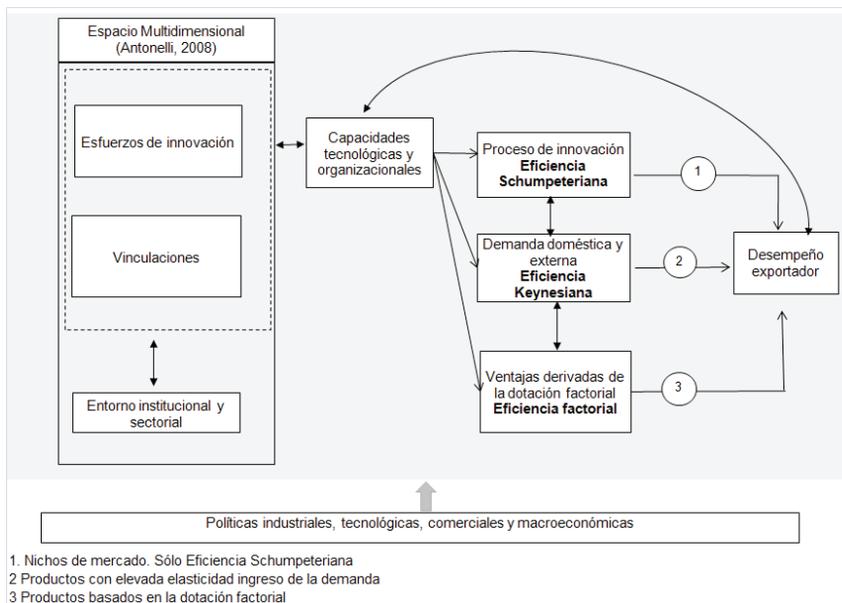
En este enfoque sistémico del proceso innovativo, el desarrollo de capacidades de las firmas es el punto de partida ineludible para la construcción de ventajas absolutas dinámicas (Metcalf, 2010) y ocupa un lugar central en la teoría. Se considera que las firmas desarrollan sus capacidades sobre la base de esfuerzos y recursos internos que son complementados con recursos externos a partir de las interacciones que mantienen con otras organizaciones (Penrose, 1959), lo que puede dar lugar a la existencia de *feedbacks* positivos entre el desarrollo de capacidades y las vinculaciones (ver gráfico 1). En este contexto, las firmas con un umbral mínimo de capacidades pueden ampliarlas sobre la base de vinculaciones con otras firmas e instituciones (Robert y Yoguel, 2010). Así, se genera un proceso de aprendizaje guiado por las retroalimentaciones entre el desarrollo de capacidades y vinculaciones (Veuglers, 1997; Becker y Dietz, 2003; Vega-Jurado *et al.*, 2008; D'Este y Neely, 2008; Erbes *et al.*, 2010).

Como fue planteado antes, en los países en desarrollo, los procesos de retroalimentación entre los niveles micro, meso y macroeconómico muchas veces son limitados y/o negativos. Diversas características de estas economías conducen a este tipo de situaciones: la existencia de cadenas de valor cortas por el fuerte componente importado, el elevado nivel de incertidumbre, la existencia de marcos institucionales y regulatorios que no son proclives a la innovación y la presencia de sistemas de innovación desarticulados. Las características meso y macroeconómica operan directamente sobre las capacidades, esfuerzos y las posibilidades de vinculación, así como sobre las interfaces entre estas dimensiones (estimulando o bloqueando la existencia de *feedbacks* positivos).<sup>6</sup>

---

6 Por ejemplo, la presencia de sistemas de innovación desarticulados y con débil institucionalidad muchas veces limita las posibilidades de que las firmas se vinculen con organizaciones que promuevan el desarrollo tecnológico.

Gráfico 1. Interacciones micro-meso y macro en la relación entre conducta innovativa y desempeño exportador a nivel firma



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el marco teórico presentado, la inserción externa de las firmas puede asumir diversos patrones mencionados en los tipos 1 a 3 del gráfico 1. Estos patrones dependen en todos los casos de la importancia alcanzada por la trayectoria tecnoorganizacional de las firmas que, a su vez, depende de los esfuerzos de innovación internos, pero también de la conexión con organizaciones ubicadas en el espacio multidimensional, que contribuye a mejorar sus competencias. A su vez, la inserción externa de las firmas depende de las interacciones entre esas capacidades y las tres eficiencias sectoriales definidas anteriormente.

Las alternativas que permiten identificar tres casos puros son los siguientes. Por un lado, el patrón más virtuoso corresponde a una performance exportadora en la que interactúan elevadas capacidades y sectores con ES (caso 1). Se trata, en general, de nichos de mercado que requieren altas capacidades tecnoorganizacionales (producción de máquinas de alta complejidad tecnológica en series cortas; software de seguridad informática, química fina, etcétera). En segundo lugar, destaca un tipo de

inserción caracterizada por la presencia de EK y altas capacidades (caso 2). Finalmente, un patrón más tradicional es el centrado en EF y elevadas capacidades (caso 3).

Se trata de casos puros a los que se puede agregar la posibilidad de que existan híbridos representados por sectores en los que esté presente más de una eficiencia. Siguiendo el esquema presentado, un híbrido interesante se deriva de la existencia de ES y EF.<sup>7</sup> Otros híbridos posibles son los que combinan ES y EK,<sup>8</sup> por un lado, y EK y EF,<sup>9</sup> por el otro.

A su vez, a partir del esquema, es posible identificar tres tipos de *feedbacks*. Por un lado, los existentes entre el desarrollo endógeno de capacidades y el espacio multidimensional en el que operan, los que dan lugar a una profundización de la división del trabajo y a la emergencia de procesos de innovación. En segundo lugar, los *feedbacks* resultantes de la interacción entre la ES y la EK, que generan procesos de *demand pull* y *supply push*. En tercer lugar, los *feedbacks* que se generan entre capacidades tecnológicas y organizacionales y performance exportadora de las firmas. Por lo tanto, las firmas de mayores capacidades y las más innovadoras son las que tienen mayores posibilidades de insertarse exitosamente en el comercio internacional. A su vez, esta internacionalización de las firmas influye positivamente en el desarrollo de las innovaciones. Esto es así porque el acceso a mercados internacionales les permite profundizar el desarrollo de competencias tecnoorganizacionales y aumentar la probabilidad de obtener innovaciones. En este sentido, el marco teórico presentado plantea que se requiere un umbral mínimo de capacidades para acceder a los mercados internacionales y de esta forma dar inicio a los *feedbacks* positivos entre ambas dimensiones.

Estos patrones de inserción externa deben ser vistos desde una perspectiva dinámica. Esto significa que, por razones que pueden ser tanto endógenas como exógenas, pueden ocurrir procesos que den lugar a un cambio en la trayectoria de inserción externa de las firmas. Las causas endógenas

---

7 Este patrón alude a sectores basados en factores de producción abundantes y en el desarrollo de capacidades tecnológicas internas. En otras palabras, es el caso de productos basados tanto en ventajas estáticas como dinámicas (vinos de alta gama, productos alimenticios boutique, tableros de fibra de madera, molduras, pisos de parquet, viviendas industrializadas).

8 La mayor parte de esta combinación corresponde a firmas que elaboran productos químicos (fermento láctico, medicamentos, pinturas, colorantes para alimentos, cosméticos, productos veterinarios) y maquinaria (implementos agrícolas, productos de acero para la industria de alimentos, construcción de máquinas para tratamientos, bombas y válvulas, equipos de frío industrial).

9 Este híbrido está concentrado en molienda de trigo, molienda de arroz, edulcorante de mesa, galletitas, etcétera.

están asociadas a los procesos de aprendizaje y desarrollo de capacidades tecnoorganizacionales de las firmas, que determinan las posibilidades de aprovechar y potenciar las ventajas derivadas de los diversos patrones de eficiencia. En segundo lugar, las cuestiones exógenas aluden, por ejemplo, a la posibilidad de aprovechar oportunidades externas derivadas de incrementos en la demanda que conducen al aumento de la EK.<sup>10</sup>

Si bien para el grueso de las exportaciones argentinas predomina una especialización con EK y EF (Montobbio y Rampa, 2005; Porta y Bugna, 2007; Bianco y Sessa, 2007), para una proporción más reducida de la oferta exportable –como es el caso de las pymes industriales (Moori-Koenig y Yoguel, 1995; Yoguel y Boscherini, 1996; Milesi *et al.*, 2007)– existe una mayor heterogeneidad que va desde el aprovechamiento de algunos nichos de mercado con ES (químicos y aparatos eléctricos) hasta otros que explican la mayor parte del monto exportado y que sustentan sus ventajas en la EF (productos de la madera) y/o EK (alimentos). En ese sentido, el perfil de especialización de las pymes ya difería en los noventa significativamente del perfil exportado por la industria en su conjunto con un menor peso de los productos intensivos en recursos naturales y una mayor proporción de bienes diferenciados (Moori-Koenig y Yoguel, 1995).

## Hipótesis

Se propone testear diversas hipótesis sobre la relación entre capacidades tecnoorganizacionales y distintos tipos de eficiencias y su impacto en la performance exportadora en pymes industriales argentinas. En el marco del enfoque teórico expuesto, la construcción de estas capacidades es un fenómeno de naturaleza sistémica y acumulativa que tiene lugar a partir de los procesos de aprendizaje y generación de conocimientos internos de las firmas y otros derivados de las vinculaciones que entablan con otras organizaciones para complementar esos conocimientos internos.

En esta dirección, la primera hipótesis busca verificar la importancia que tiene el desarrollo de capacidades tecnoorganizacionales en la performance exportadora de las pymes industriales.

*H1) El desempeño exportador de las pymes industriales argentinas depende del grado de desarrollo de las capacidades tecnológicas y organizacionales.*

---

10 Por su parte, es posible observar distintos tipos de eficiencia cuando se hace un recorte de la cadena productiva. Por ejemplo, el caso de la exportación de soja, que combina EF y EK en los países en desarrollo, puede alcanzar en los países desarrollados eficiencia schumpeteriana cuando se incluye a los productores de semillas transgénicas y maquinarias de precisión.

En la hipótesis 2 se sostiene que existen mecanismos de retroalimentación entre las capacidades de las firmas y la probabilidad de exportar. Esta hipótesis sugiere que el nivel de desarrollo de las competencias internas de las empresas actúa como mecanismo de selección en los mercados externos debido a que la construcción de ventajas absolutas depende fuertemente de las capacidades que las firmas acumulan a lo largo de su sendero evolutivo. Asimismo, los procesos de aprendizaje que las firmas desarrollan al insertarse en mercados externos refuerzan sus capacidades.

*H2) Existen feedbacks positivos entre el nivel de desarrollo de las capacidades y la probabilidad de exportar de las firmas.*

*H3) La especialización en sectores con eficiencias schumpeteriana, keynesiana y/o factorial tiene un impacto positivo sobre el desempeño exportador de las firmas si se encuentra acompañada de elevadas capacidades tecnológicas organizacionales.*

## **Antecedentes**

La relación entre los *inputs* del proceso innovativo y el desempeño exportador a nivel firma ha sido ampliamente estudiada. La medida tradicionalmente utilizada para medir los *inputs* de la innovación es la intensidad de investigación y desarrollo (Hirsch y Bijaoui, 1985; Wakelin, 1998; Kirbach y Schmiedeberg, 2008). En general, los resultados alcanzados son mixtos. Algunos autores hallaron evidencia significativa acerca del impacto de los esfuerzos de innovación centrados en investigación y desarrollo (I+D) sobre la performance exportadora de las firmas (Hirsch y Bijaoui, 1985, en Israel; Kumar y Siddharthan, 1994, para el caso de industrias de baja y media tecnología de la India; Kirbach y Schmiedeberg, 2008, en Alemania), mientras que otro conjunto de trabajos no evidencia resultados positivos (Schlegelmilch y Crook, 1988, para el caso de firmas de ingeniería mecánica del Reino Unido; Lefebvre y Bourgault, 1998, en Canadá).

Esta medida tradicional de capacidades tecnológicas de las firmas es particularmente relevante en países desarrollados y en firmas de gran tamaño, que por lo general cuentan con áreas formales dedicadas a actividades de I+D. Sin embargo, y especialmente en pymes de países en desarrollo, los esfuerzos de I+D no siempre ocurren en el marco de departamentos formales. Asimismo, la ingeniería reversa, la adaptación y la adquisición de tecnología incorporada, la capacitación del personal, entre otras, son de especial relevancia en el proceso de desarrollo y acumulación de capacidades tecnológicas de este grupo de firmas (Boscherini y

Yoguel, 1996; Garay, 1998; Gatto, 1995; Grecco, 2001; Iannariello-Monroy *et al.*, 1999; Moori-Koenig y Yoguel, 1995; Agosin, 1999; Benavente, 2001; Ocampo *et al.*, 2004; Silva, 2001; Milesi *et al.*, 2007; Sterlacchini, 2001).

En esa línea, Lefebvre y Bourgault (1998), en su análisis de pymes canadienses, sugieren que las inversiones en actividades de I+D son cruciales pero no suficientes para generar ventajas competitivas en los mercados de exportación. Según estos autores, es necesario considerar otros factores, como la calificación de los recursos humanos, las diversas formas de colaboración en I+D con organizaciones externas y el uso que las firmas hacen de distintas fuentes de información para concretar actividades de I+D. Los resultados obtenidos muestran que la calificación de los trabajadores y la cooperación en I+D con otras organizaciones impactan positivamente sobre el dinamismo exportador de las firmas.

Por otra parte, Wakelin (1998), en su análisis sobre los determinantes de la conducta exportadora de 320 firmas manufactureras innovadoras y no innovadoras del Reino Unido durante el período 1988-1992, introduce el salario promedio como proxy del nivel de calificación de los empleados. Los resultados indican que el salario promedio está positiva y significativamente relacionado con la posibilidad de exportar de firmas no innovadoras. En cambio, en el grupo de firmas innovadoras, esta variable no resulta significativa. Al considerar la intensidad exportadora como variable dependiente, el salario promedio es significativo en ambos grupos de firmas.

Por otra parte, Harris y Li (2009) atribuyen particular importancia a la capacidad de absorción en la explicación de la conducta exportadora de firmas industriales del Reino Unido. Reconociendo la limitación de la intensidad de la I+D como variable explicativa de las competencias endógenas de las firmas, incorporan un amplio conjunto de factores que dan cuenta de cinco dimensiones de la capacidad de absorción: a) las diversas fuentes de conocimientos externas a la firma; b) la existencia de vinculaciones en actividades de innovación con distintos agentes nacionales (clientes, proveedores, competidores, consultoras, universidades, etcétera); c) la cooperación con agentes internacionales; d) la implementación de nuevas estructuras organizacionales y de prácticas HRM (*Human Resources Management*), y e) la adquisición de conocimiento científico codificado proveniente de la cooperación con instituciones de investigación.

En esa dirección, un conjunto de trabajos que estudian la inserción internacional de pymes de países latinoamericanos (Garay, 1998; Gatto, 1995; Grecco, 2001; Iannariello-Monroy *et al.*, 1999; Moori-Koenig y Yoguel, 1996; Milesi *et al.*, 2007; Boscherini y Yoguel, 1996; Agosin, 1999; Benavente, 2001; Ocampo *et al.*, 2004; Silva, 2001) plantea que el éxito

exportador se logra a lo largo de un sendero evolutivo que requiere tiempo y se sustenta en el desarrollo de importantes capacidades tecnológicas y productivas. Yoguel y Boscherini (1996) proponen un indicador de capacidad innovativa de pymes argentinas a partir de un conjunto de variables que considera las actividades de capacitación, la gestión de la calidad, la interacción con otros agentes y la calificación del personal. Estos autores no encuentran una relación positiva entre el nivel de desarrollo de la capacidad innovativa y la performance exportadora de las pymes durante la primera mitad de los noventa. Los resultados sugieren que el grupo de pymes exportadoras es altamente heterogéneo, en el que conviven empresas con elevadas capacidades innovativas y firmas con bajas capacidades, que basan su competitividad en costos y precios reducidos en el marco de escasas transformaciones tecnoorganizativas. Por su parte, Milesi *et al.* (2007) analizan la relación entre innovación y exportaciones en pymes industriales de la Argentina, Chile y Colombia entre 2003 y 2005. Los resultados muestran que las capacidades tecnológicas constituyen un elemento discriminador significativo para la actividad exportadora de las empresas de países en desarrollo. Según estos autores, el éxito exportador de las empresas depende fuertemente de su sendero evolutivo y de sus capacidades tecnológicas, productivas, comerciales y organizacionales. En la misma línea, Sterlacchini (2001) sugiere que la medida de la intensidad de gastos en I+D como proxy de la innovación no es completa ya que este indicador deja de lado otros tipos de esfuerzos de innovación de especial importancia para las pymes. Este autor aporta evidencia acerca de la importancia de los gastos destinados a la adquisición de maquinarias y equipos y a las actividades de ingeniería y diseño en la performance exportadora de pymes industriales italianas.

Por otro lado, la naturaleza sistémica del proceso de innovación y de la competitividad es poco abordada o se limita a la cooperación en investigación y desarrollo (Lefebvre y Bourgault, 1998; entre otros). A pesar de ello, existe un amplio consenso acerca de la importancia de los conocimientos externos, adquiridos a través de las vinculaciones con otras organizaciones, en el proceso de aprendizaje de las firmas y de generación de resultados de innovación (Veugelers y Cassiman, 2005, en Bélgica; Becker y Dietz, 2003, en Alemania; Miotti y Sachwald, 2003, en Francia; Belberdos *et al.*, 2004, en Holanda; Tether, 2002, en el Reino Unido). En esa línea, Yoguel y Boscherini (1996) y Milesi *et al.* (2007) incorporan como determinante del desempeño exportador de las pymes las interacciones con organismos públicos y privados que promueven el desarrollo tecnológico productivo y empresarial.

Por otro lado, muchos trabajos estudian los *feedbacks* entre el nivel de productividad de las firmas y su desempeño exportador bajo las hipótesis de *self-selection* y *learning by exporting* (Bernard y Jensen, 1999). Sin embargo, un conjunto reducido de artículos explora la retroalimentación entre innovación y conducta exportadora (Ganotakis y Love, 2011; Aw *et al.*, 2007; Zhao y Lee, 1997; Girma *et al.*, 2008), si bien ninguno de ellos lo hace desde la perspectiva de la complejidad.

## Datos

La base de datos utilizada incluye 2548 firmas, de todas las ramas industriales, entrevistadas en 2009. De ellas, el 65% son pequeñas (6 a 50 ocupados), el 30% medianas (51 a 200) y el 5% grandes (más de 200 ocupados).<sup>11</sup> Las firmas exportadoras constituyen el 25% de la muestra, con un coeficiente de exportación del 20%. Si se consideran todas las firmas, incluyendo las no exportadoras, el coeficiente de exportación se reduce a solo el 5%, significativamente más reducido que el promedio industrial.

Desde la perspectiva del tamaño de las firmas, mientras entre las no exportadoras predominan las firmas pequeñas, entre las exportadoras tienen un peso decisivo las medianas (ver tabla 1). A su vez, se observa una relación positiva entre la propensión a exportar y el tamaño de las empresas.

Los costos hundidos asociados a la actividad exportadora indican que posiblemente las firmas requieran tener un tamaño mínimo para hacer frente a ellos. Sin embargo, una vez que las firmas obtienen un nivel de escala que les permite insertarse en los mercados externos, probablemente mayores ganancias de escala no tengan un impacto significativo en la conducta exportadora (Wagner, 1995; Kumar y Siddharthan, 1994; Willmore, 1992; Wakelin, 1998; Bernard y Jensen, 1999; Nassimbeni, 2001). En esta dirección, es de esperar que si bien el tamaño de las firmas constituya una ventaja en el momento de iniciarse como exportadora, este no necesariamente debe ser tan grande. Por ejemplo, puede ocurrir que las firmas de

---

11 La base de datos utilizada forma parte del proyecto Mapa Pyme, que se desarrolló en la Argentina entre 2004 y 2009. El peso de los distintos estratos de tamaño en la ocupación total es relativamente similar al universo, aunque con participación levemente inferior de firmas grandes. Mientras que en el universo de firmas industriales las pymes daban cuenta en el 2003 del 95% del total de firmas, en el relevamiento Mapa Pyme eran el 96%. Hacia el 2010, las pymes alcanzaban el 93% del universo de firmas industriales.

gran tamaño, con un poder de mercado monopolístico a nivel doméstico, no tengan incentivos para exportar (Wakelin, 1998).

Tabla 1. Proporción de firmas exportadoras y no exportadoras, según tamaño

	No exportadoras	Exportadoras	Coefficiente de exportación*
<b>Tamaño de las firmas</b>			
Pequeñas	74,8	35,1	17
Medianas	21,8	56,1	20
Grandes	3,4	8,8	25
Total	100	100	

\*solo firmas exportadoras

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

En la tabla 2 se presenta la distribución de las firmas de acuerdo con el tipo de eficiencia que caracteriza su actividad productiva. Siguiendo el marco teórico, se definieron las eficiencias (EK, EF y ES) como variables dicotómicas de manera exógena a la firma. La EK se estimó sobre la base de datos del comercio mundial de COMTRADE, considerando su evolución entre 2001 y 2008. La presencia de EK se da en los sectores que incrementaron su participación en el comercio mundial durante ese período. La EF fue definida a partir de la tabla de utilización de bienes y servicios a precios de comprador correspondiente a la última matriz de insumo-producto de la Argentina. En este caso, para todos los sectores de la matriz, se calculó el peso de los recursos naturales en el total del consumo intermedio y se asignó el valor 1 a las actividades que muestran una proporción de insumos basados en recursos naturales superior a la media de la industria. Por último, para definir la ES se tomó en cuenta la clasificación sectorial según contenido tecnológico propuesta por Bianco y Sessa (2010). Esta clasificación utiliza la taxonomía de la OCDE (1997) para determinar la intensidad de la I+D en los sectores que componen la estructura productiva local. Según estos autores, la validez de la taxonomía de la OCDE presenta un severo problema para países periféricos debido a

que las actividades de I+D desarrolladas por las empresas de estos países difieren significativamente (tanto en intensidad como en composición) de aquellas vigentes en los países industrializados (Bianco *et al.*, 2007). En este sentido, los autores desarrollan una nueva clasificación de las ramas industriales utilizando los datos sobre la proporción de ventas destinadas a actividades en I+D realizada por las empresas argentinas durante 2004.<sup>12</sup>

A partir de estas definiciones, casi un tercio de las firmas presentan EF, el 20% cuenta con ES y el 10% de las empresas cuenta con EK. La combinación de las eficiencias es mínima, y la más relevante es la que tiene lugar entre las EK y ES (10% de las firmas). Finalmente, un quinto de las firmas no destaca por ninguna de las tres eficiencias.

Tabla 2. Distribución de firmas según tipo de eficiencia

<b>Eficiencia</b>	<b>% de firmas</b>
Ninguna	20
EK	10
EF	30
ES	21
EF y ES	3
EK y ES	10
EK y EF	6
Total	100

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

Por otro lado, partiendo de la idea de que el nivel de desarrollo de capacidades tecnológicas y organizaciones de las firmas determina las posibilidades de aprovechar los distintos tipos de eficiencias sectoriales, en la tabla 3 se presenta la distribución de empresas según el nivel de capacidades. Estas fueron definidas a partir de dos indicadores: a) el peso de los profesionales y técnicos en el empleo total y b) los esfuerzos en actividades de I+D. El indicador de capacidades asume dos valores:

<sup>12</sup> Esta información surge de la Encuesta Nacional a Empresas sobre Innovación, I+D y TIC realizada por el INDEC en 2006.

es 0 si la participación de profesionales y técnicos está por debajo de la media de la muestra y la firma no realizó esfuerzos de I+D en el período 2006-2008, y es 1 si cumple con al menos una de estas dos características.

A partir de la tabla 3 se observa que no existe una clara asociación entre el nivel de capacidades y el tipo de eficiencia predominante a nivel sectorial, lo que expresa la existencia de una elevada heterogeneidad dentro de los grupos que define cada una de las distintas eficiencias. Los únicos casos en los que se observa una mayor proporción de firmas con elevadas capacidades corresponden a aquellos que presentan ES (39%) y que combinan esta eficiencia con la EK (59%). También en estos dos casos se observa una mayor proporción de empresas exportadoras (33 y 44%, respectivamente). Sin embargo, estos casos no se corresponden con los mayores niveles de coeficiente de exportación. El mayor coeficiente de exportación corresponde a sectores con EF, aunque dan cuenta solamente del 13% de las exportaciones totales. En conjunto, los sectores con EF y ES aisladas concentran la mitad de las empresas exportadoras pero dan cuenta solo del 27% del monto total exportado. En el otro extremo, solo un cuarto de las firmas presenta eficiencias combinadas, pero estos casos explican la mitad del monto exportado.

Tabla 3. Distribución de firmas según tipos de eficiencia, por nivel de capacidades. Año 2008

Eficiencias	Capacidades		% de firmas exportadoras	Solo firmas exportadoras		
	Bajas	Altas		% de exportadoras	Coficiente de exportación	Participación en exportaciones totales
Ninguna	64,6	35,4	18,5	14,8	16,6	7,9
EK	65,6	34,4	21,8	9,4	17,9	15,6
EF	72,3	27,7	20	22,9	24,9	13
ES	60,9	39,1	33,4	28,7	18,5	14,3
EF y ES	84,9	15,1	11,6	1,4	13,7	4,7
EK y ES	41,2	58,8	44,2	17,7	18,9	26,5
EK y EF	69,5	30,5	23,8	5,1	17,5	18
<b>Total</b>	<b>64,7</b>	<b>35,3</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>19,6</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

En la tabla 4 se presentan los estadísticos descriptivos para las variables que explican el desarrollo de capacidades tecno-organizacionales de las firmas. Se consideran: a) el desarrollo de vinculaciones que mejoran las capacidades internas, b) los esfuerzos de capacitación y diseño realizados por las firmas, y c) la disponibilidad de certificaciones de calidad. En relación con las vinculaciones, se advierte una asociación clara entre las empresas que establecen vinculaciones con diversas instituciones y su nivel de desarrollo de capacidades. En particular, se destaca que la proporción de empresas con altas capacidades es mayor entre las que se conectan con el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) y universidades. De la misma manera, entre las empresas que realizaron esfuerzos de innovación centrados en diseño y capacitación y, en menor medida, en certificación de calidad, se destaca una mayor proporción de firmas de altas capacidades.

Tabla 4. Vinculaciones y esfuerzos de innovación, según nivel de capacidades

		Nivel de capacidades		Total
		Bajas	Altas	
<b>Vinculaciones</b>				
Consultores Externos	No	66,8	33,2	100
	Sí	45,2	54,8	100
SEPYME	No	66,4	33,6	100
	Sí	48,9	51,1	100
INTI	No	67,1	32,9	100
	Sí	42,5	57,5	100
FONTAR	No	66,8	33,2	100
	Sí	32,4	67,6	100
Universidades	No	67,4	32,6	100
	Sí	38	62	100
<b>Esfuerzos de innovación</b>				
Diseño	No	72,9	27,1	100
	Sí	29,7	70,3	100
Capacitación	No	71,1	28,9	100
	Sí	20,5	79,5	100
Certificaciones	No	69,6	30,4	100
	Sí	45,7	54,3	100

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

A partir de la tabla 5 se advierte que las empresas que tienen elevadas capacidades combinadas con algún tipo de eficiencia se destacan por tener mayor presencia exportadora y, a la vez, por una mayor relación entre monto exportado y ventas. Esto es particularmente evidente en el caso de las firmas con ES o EK, grupo en el que alrededor de la mitad de las empresas son exportadoras y tienen un coeficiente de exportación que duplica el de las firmas con bajas capacidades o ausencia de eficiencias. En el caso de la EF se advierten diferencias menores entre las firmas con y sin capacidades.

Tabla 5. Desempeño exportador, según presencia de capacidades y eficiencias

		<b>Proporción de exportadoras</b>	<b>Coefficiente de exportación</b>
Capacidades con ES	No tiene	23,8	4,7
	Tiene	52,1	10
Capacidades con EK	No tiene	25,3	5
	Tiene	49,3	9,5
Capacidades con EF	No tiene	27,3	5,2
	Tiene	34,1	8,1

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

Finalmente, en la tabla 6 se presentan los resultados de las interacciones entre el indicador de capacidades y las tres eficiencias; que luego son incorporados en las estimaciones econométricas como variables independientes.

Tabla 6. Interacciones entre eficiencias y capacidades, por sector de actividad

	<b>Cap*ES</b>		
	<b>No tiene</b>	<b>Tiene</b>	<b>Total</b>
Textiles	89,3	10,7	100
Sustancias químicas	46,2	53,8	100
Metales y productos de metal	83,4	16,6	100
Maquinaria y equipo	50,5	49,5	100
Aparatos eléctricos	61,2	38,8	100
Vehículos	78,3	21,7	100
	<b>Cap*EF</b>		
	<b>No tiene</b>	<b>Tiene</b>	<b>Total</b>
Alimentos	74,8	25,2	100
Textiles	80,9	19,1	100
Confecciones	71,2	28,8	100
Madera y muebles	87,5	12,5	100
Papel	75,8	24,2	100
Edición e impresión	73,7	26,3	100
	<b>Cap*EK</b>		
	<b>No tiene</b>	<b>Tiene</b>	<b>Total</b>
Alimentos	91,5	8,5	100
Sustancias químicas	3,5	96,5	100
Metales	85,8	14,2	100
Maquinaria y equipo	80,1	19,9	100
Aparatos eléctricos	70,4	29,6	100
Vehículos	92,6	7,4	100

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Pyme.

## Modelo empírico

Para estudiar la relación entre las capacidades tecnoorganizacionales construidas por las pymes industriales y su desempeño exportador, capturar la emergencia de procesos de retroalimentación entre ambas variables y, adicionalmente, dar cuenta de cómo las interacciones entre las capacidades tecnoorganizacionales de las firmas y los diferentes tipos de eficiencias afectan positivamente su desempeño exportador, proponemos formalmente la modelización del siguiente sistema recursivo:

$$\text{Expo} = F_1(\text{Capacidades}, \text{Cap\_ES}, \text{Cap\_EK}, \text{Cap\_EF}, \text{vblescontrol}, e)$$

$$\text{Capacidades} = F_2(\text{diseño}, \text{formación}, \text{certificación}, \text{vblescontrol}, e)$$

Y se establece como supuesto que:

$$E(e_1) = E(e_2) = 0$$

$$\text{Var}(e_1) = \text{Var}(e_2) = 1$$

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = \rho$$

El modelo postula que la probabilidad de exportar (Expo) depende funcionalmente de las capacidades tecnoorganizacionales que desarrollaron las firmas a lo largo de su sendero evolutivo (Capacidades) y las interacciones entre esas capacidades y las eficiencias schumpeteriana (Cap\_ES), keynesiana (Cap\_EK) y factorial (Cap\_EF). Por otro lado, la segunda ecuación establece que las capacidades construidas por las firmas a lo largo de su *path dependence* son determinadas por los esfuerzos realizados en actividades de diseño, capacitación del personal y certificación de calidad. Por último, en ambas ecuaciones se incorporó un conjunto amplio de indicadores de control tales como la especificidad sectorial, la antigüedad de las firmas, su tamaño y la localización geográfica.

En lo que respecta al modelo econométrico utilizado, la naturaleza discreta de las variables dependientes sugiere avanzar sobre un modelo probabilístico bivariado utilizando un estimador de máxima verosimilitud. El modelo Probit Bivariado –o Biprobit– es una extensión de los modelos multiecuacionales de regresión clásicos, en el que se considera un sistema de ecuaciones cuyos errores están correlacionados (Greene, 2003). Esta modelización establece que si los términos de error de ambas ecuaciones no son independientes, las variables de estudio se determinan de manera simultánea. En línea con el marco teórico desarrollado, este resultado permitiría dar cuenta de la dinámica no lineal de *feedbacks* positivos que

gobierna la relación entre el desempeño exportador de la firma y su nivel de capacidades.

La inferencia estadística aplicada sobre ambas ecuaciones permite destacar los siguientes resultados. En primer lugar, en lo que respecta a la probabilidad de que una firma construya un alto nivel de capacidades tecnoorganizacionales, se observa la relevancia de los indicadores de esfuerzos de innovación. De esta manera, es posible afirmar que la disponibilidad de certificaciones de calidad y las actividades de diseño y formación del personal incrementan la probabilidad de las empresas de alcanzar un alto nivel de capacidad. Adicionalmente, las vinculaciones que las firmas mantienen con instituciones que tienen programas de apoyo tecnológico a las empresas (Instituto Nacional de Tecnología Industrial o FONTAR) y universidades nacionales también impactan positivamente sobre la probabilidad de tener altas capacidades.

En segundo lugar, y poniendo el foco sobre la ecuación que modeliza la probabilidad de exportar, los resultados hallados confirman nuestra primera hipótesis de trabajo: el grado de desarrollo alcanzado por las capacidades tecnoorganizacionales de las firmas incide positivamente en la probabilidad de insertarse en los mercados internacionales.

Adicionalmente, el test que postula la no correlación de los términos de error de ambas ecuaciones permite rechazar esa hipótesis nula y afirmar que existen *feedbacks* positivos entre las capacidades de las firmas y su performance exportadora. La emergencia de una dinámica recursiva entre el desempeño exportador y el nivel de capacidades de las firmas es postulada en la segunda hipótesis. Este resultado muestra que se requiere un umbral mínimo de capacidades para acceder a mercados externos y que, a su vez, la inserción internacional de la firma refuerza los procesos de aprendizajes de las empresas, tal como fue señalado en el esquema teórico propuesto.

Finalmente, en lo que atañe a la tercera hipótesis, resultan estadísticamente significativos sobre la probabilidad de insertarse en los mercados externos la complementariedad entre capacidades y los tres tipos de eficiencias. En lo que respecta a las variables de control propuestas, ambas ecuaciones muestran los resultados esperados. Se observa una relación positiva entre el tamaño y la probabilidad de tener altas capacidades y exportar, y adicionalmente se verifica la relación no lineal del término cuadrático del tamaño. A su vez, entre las variables de control también se destaca la significatividad de la localización geográfica de las empresas en la probabilidad de exportar y la presencia sectorial en ambos modelos.

Tabla 7. Resultados del modelo estimado para la probabilidad de exportar y capacidades

	BIPROBIT	
	Pr(Exportar)	Pr(Capacidades)
Capacidades	0,335***	
<b>Capacidades con...</b>		
ES	0,267***	
EK	0,125***	
EF	0,198***	
<b>Esfuerzos de innovación</b>		
Diseño		0,554***
Capacitación		0,675***
Certificaciones		0,158**
<b>Vinculaciones</b>		
Consultores externos		-0,001
SEPyME		-0,098
INTI		0,174*
Fontar		0,267**
Universidades		0,374***
<b>Variables Control</b>		
Sector (CIU-2d)	0,024***	0,005
Antigüedad	-0,005***	0,001
Tamaño	1,642***	-0,777***
Tamaño <sup>2</sup>	-0,147***	0,086***
Localización geográfica	-0,001***	-0,000**
Intercepto	5,38	-0,561
N	2548	
Wald chi2 (22)	714,2	
Prob > chi2	0,0000	
Log pseudolikelihood	-3100,2401	
Rho	-0,2975	
Wald Test of rho	0,0000	

\*, \*\*, \*\*\* significativo al 99%, 95% y 90%, respectivamente.

El segundo modelo propuesto avanza sobre una especificación de los indicadores que determinan la segunda dimensión del desempeño exportador de una firma; esto es, el peso de sus exportaciones en las ventas totales. En línea con lo que mostramos en la estadística descriptiva, en este caso no se verifica que las capacidades acumuladas por las firmas estén asociadas al coeficiente de exportación. Sin embargo, es interesante notar que la combinación de elevadas capacidades con ES, EK y EF es relevante y está asociada positivamente con el coeficiente de exportación. Estos rasgos ponen de manifiesto la existencia de dos patrones muy diversos de inserción externa de las pymes que, sin embargo, requieren altas capacidades para lograr elevados coeficientes de exportación.

Tabla 8. Resultados del modelo estimado para el coeficiente de exportación

	TOBIT
Capacidades	0,033
<b>Capacidades con...</b>	
ES	0,135***
EK	0,054***
EF	0,089***
<b>Variables Control</b>	
Sector (CIU-2d)	0,006***
Antigüedad	0
Tamaño	0,383***
Tamaño <sup>2</sup>	-0,027
Localización geográfica	0
Intercepto	-0,636
N	2548
<b>Prob &gt; chi2</b>	0,0000

\*, \*\*, \*\*\* significativo al 99%, 95% y 90%, respectivamente.

## Conclusiones

En los últimos años, varios países de América Latina, entre ellos la Argentina, lograron saldos comerciales ampliamente superavitarios, lo que se explica principalmente por la expansión de sectores en los que predomina eficiencia factorial y, en algunos casos, keynesiana. Para la mayor parte de los bienes que forman parte de la canasta exportable, las oportunidades, la acumulatividad y la apropiabilidad tecnológicas son bajas, lo que se expresa en la baja presencia de bienes con eficiencia schumpeteriana.

En un contexto internacional de fuerte incremento de la demanda de bienes intensivos en recursos naturales, se produjo un efecto amplificador de las ventajas absolutas en países, como la Argentina, en los que estos recursos eran abundantes. Sin embargo, estas condiciones no aseguran la construcción de ventajas absolutas a partir de la incorporación de tecnología y de nuevo conocimiento a la producción local y ponen en duda la sustentabilidad del crecimiento en el largo plazo. Por otro lado, dado que los sectores con eficiencia schumpeteriana son significativos en las importaciones, pero no en las exportaciones de estos países, la brecha de productividad respecto a Estados Unidos siguió aumentando incluso en los últimos años con fuerte crecimiento del comercio y términos de intercambio favorables (Cimoli *et al.*, 2009).

En este trabajo se considera que la inserción externa de las firmas debe ser vista como un desafío de desarrollo económico. Desde esta perspectiva, se parte de la idea de que la complejización del perfil de especialización depende del desarrollo de capacidades tecnológicas y organizacionales en las firmas y del fortalecimiento de la arquitectura de conexiones que potencien las ventajas derivadas de los distintos patrones de eficiencia. Siguiendo a Saviotti y Frenken (2010), el cambio estructural requiere aumentar la variedad en los sectores que hoy constituyen el *core* de la estructura productiva (*related variety*) y generar una variedad más radical que dé lugar a la emergencia de nuevos sectores con eficiencia schumpeteriana y keynesiana (*unrelated variety*). Para el caso argentino, el aumento de la variedad relacionada significaría introducir mayor complejidad en los sectores que directa o indirectamente tienen eficiencia factorial vía diseño y mejora continua y avanzar en el mediano y largo plazo hacia sectores con eficiencia schumpeteriana que hoy tiene un menor peso en la estructura productiva.

La evidencia empírica presentada en el trabajo muestra que la probabilidad de exportar de las firmas depende del nivel de desarrollo alcanzado por las capacidades tecnoorganizacionales y de la combinación de estas capacidades con los tres tipos de eficiencia considerados. A su vez, el ni-

vel alcanzado por las capacidades depende, por un lado, de los esfuerzos de diseño, de capacitación y certificación de calidad y, por el otro, de la existencia de vinculaciones con instituciones científico-tecnológicas, como el INTI, el FONTAR y las universidades. Estas evidencias constituyen una novedad respecto a la situación predominante durante los noventa, cuando las instituciones mencionadas habrían tenido un efecto menos positivo sobre la dinámica exportadora. A su vez, diversos estudios realizados en relación con este tipo de firmas mostraban que las ganancias de eficiencia se basaban predominantemente en estrategias de reducción de costos más que en aumentos de capacidades.

A partir de los modelos estimados, se verifica la existencia de *feedbacks* positivos entre capacidades y performance exportadora. La existencia de este *feedback* pone de manifiesto que se requiere un umbral mínimo de capacidades para insertarse en el mercado externo y que esta inserción mejora las capacidades iniciales de las firmas.

Otra medida de la performance exportadora utilizada en los modelos estimados es el coeficiente de exportación alcanzado por las firmas. En este caso, el nivel del coeficiente de exportación depende de las interacciones entre las capacidades de las firmas y las tres eficiencias consideradas en forma individual. Por el contrario, el nivel de capacidades considerado de manera aislada no influye en el coeficiente de exportación alcanzado por las firmas. Esto sugiere que el nivel de capacidades actúa como mecanismo de selección para insertarse en el mercado externo, pero no como determinante de la performance exportadora medida a través del coeficiente de exportación. Por otra parte, las eficiencias influyen sobre el coeficiente de exportación cuando se combinan con las capacidades alcanzadas. Esto significaría que no es posible encontrar firmas con elevados coeficientes de exportación en sectores que tengan alguna de las tres eficiencias y bajas capacidades.

La estadística descriptiva sugiere que el conjunto de empresas de mayor virtuosidad, que combinan altas capacidades y eficiencia schumpeteriana y keynesiana, no constituye una masa crítica sectorial de agentes que puedan modificar el actual perfil de especialización de este tipo de firmas.

Algunos resultados alcanzados indican cierta continuidad con el tipo de inserción externa presente en los noventa. En primer lugar, el coeficiente de exportación de este segmento de empresas es similar al registrado hace quince años. Esto indica que el crecimiento de las pymes industriales en los últimos años se basó fundamentalmente en el aprovechamiento del fuerte crecimiento de la demanda interna más que en la profundización de su inserción externa. En segundo lugar, si bien el nivel de desarrollo

de capacidades tecnoorganizacionales está positivamente asociado a la probabilidad de exportar, la proporción de ventas exportadas continúa siendo mayor en los sectores con eficiencia factorial. En tercer lugar, se advierte una fuerte heterogeneidad dentro del grupo de firmas exportadoras. Un número reducido de empresas basa su competitividad internacional en factores determinantes de la eficiencia schumpeteriana, como la construcción de capacidades tecnoorganizacionales, la realización de esfuerzos de innovación y la vinculación con instituciones de promoción científico-tecnológica. En contraposición, un gran número de firmas sustenta su competitividad en las eficiencias factorial y keynesiana, con escaso desarrollo de capacidades y una débil interacción con instituciones del espacio multidimensional en el que operan.

En este contexto, el desafío actual de las pymes industriales se encuentra en lograr que los casos exitosos aislados pasen a constituir una masa crítica capaz de impulsar un cambio estructural del perfil de inserción externa sobre la base de la construcción de ventajas absolutas derivadas de las eficiencias mencionadas antes.

El fuerte crecimiento de la economía argentina de los últimos años, basado en un fuerte aumento de la demanda y en el sostenimiento de un esquema de precios relativos favorable a las exportaciones, ofrece una ventana de oportunidad para alcanzar un patrón de inserción externa orientado a sectores de mayor eficiencia schumpeteriana. Sin embargo, un escenario macroeconómico favorable no es suficiente para que este proceso de cambio estructural tenga lugar, ya que puede llevar a las firmas a implementar estrategias tendientes a aprovechar factores positivos coyunturales.

Por ejemplo, la actual estructura de precios relativos favorable a las *commodities* agropecuarias determina la existencia de elevada eficiencia keynesiana en los sectores vinculados a estas actividades. Esta situación, si no es acompañada de políticas tecnológicas e industriales orientadas a desarrollar las competencias endógenas de las empresas, puede operar en contra de la construcción de un patrón de especialización basado en productos más complejos. En estos casos, pueden tener lugar mecanismos de *feedbacks* negativos entre eficiencia keynesiana y schumpeteriana debido a que una coyuntura favorable a la exportación de *commodities* puede anular los incentivos de las firmas para desarrollar capacidades tecnológicas que den lugar a la emergencia de innovaciones. La construcción de ventajas absolutas genuinas depende además de la aplicación de políticas industriales y tecnológicas orientadas a generar esos incentivos y promover la construcción de capacidades y la articulación de las empresas con otros

actores del espacio multidimensional en pos de constituir una masa crítica de empresas con eficiencia schumpeteriana y keynesiana. La aparición del INTI, el FONTAR y universidades para explicar las capacidades tecnológicas y organizacionales de las firmas y, por tanto, su probabilidad de exportar, sugiere un rol importante de estas instituciones que, aumentando su base de cobertura, podrían estimular, vía aumento de capacidades, la creación de una masa crítica de empresas exportadoras.

## Bibliografía

- Agosin, M. (1999). "Comercio y crecimiento en Chile", *Revista de la CEPAL*, n° 68, LC/G.2039-P, Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), agosto.
- Antonelli, C. (2007). "Technological knowledge as an essential facility", *Journal of Evolutionary Economics*, 17 (4), 451- 471.
- Antonelli, C. (2008). *Localised technological change: Towards the economics of complexity*, Londres y Nueva York: Routledge.
- Arthur, B.; Durlauf, S. y Lane, D. (1997). "The economy as an evolving complex system II", *Proceeding*, vol. xxvii.
- Aw, B.Y.; Roberts, M. y Winstson, T. (2007). "Export market participation, investments in R&D and worker training, and the evolution of firm productivity", *The World Economy*, 30 (1), 83-104.
- Becker, W. y Dietz, J. (2003). "R&D cooperation and innovation activities of firms. Evidence for the German manufacturing industry", *Research Policy*, 33, n° 2, 209-223.
- Benavente, J. (2001). *Exportaciones de manufacturas de América Latina: ¿desarme unilateral o integración regional?*, Serie Macroeconomía del Desarrollo, n° 3, LC/L.1523-P, Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Bernard, A. y Jensen, B. (1999). "Exceptional exporter performance: Cause, effect or both?", *Journal of International Economics*, 47 (1), 1- 25.
- Bianco, C. y Sessa, C. (2010). "Contenido tecnológico de las exportaciones argentinas 1996- 2007. Tendencias de upgrading intersectorial", Congreso Anual de AEDA, Buenos Aires.
- Braunerhjeim, P. (1996). "The relation between firm-specific intangibles and exports", *Economics Letters*, 53, 213-219.

- CEP y Centro Redes (2007). "Contenido tecnológico de las exportaciones argentinas 1996-2007". Tendencias de upgrading intersectorial.
- CEPAL (2007). *Progreso técnico y cambio estructural en América Latina*.
- Cimoli, M. y Porcile, G. (2011). "Global growth and international cooperation: A structuralist perspective", *Cambridge Journal of Economics*, 35, 383-400.
- Cimoli, M.; Porcile, G. y Rovira, S. (2010). "Structural change and the BOP-constraint: Why did Latin America fail to converge?", *Cambridge Journal of Economics*, 34 (2), 389- 411.
- Cimoli, M. y Soete, L. (1992). "A generalized technology gap trade model", *Economie Appliquée*, 45 (3), 33-54.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989). "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol. 99, n° 397, 569-596.
- D'Este, P. y Neely, A. (2008). "What are the factors that drive the engagement of academic researchers in knowledge transfer activities? Some reflections for future research", en Bessant, J. (ed.), *Creating wealth from knowledge meeting the innovation challenge*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Dosi, G. (1988). "Institutions and markets in a dynamic world", *The Manchester School*, vol. LVI, n° 2, junio.
- Dosi, G.; Pavitt, K. y Soete, L. (1990). *The economics of technical change and international trade*, Londres: Harvester Wheatsheaf.
- Dosi, G., y Soete, L. (1988). "Technical change and international trade", en Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical change and economic theory*, Londres: Harvester Wheatsheaf.
- Erbes, A.; Robert, V. y Yoguel, G. (2010). "Capabilities, innovation and feedbacks in production networks in Argentina", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 19 (8), 719-741.
- Fagerberg, J. (2003). "The dynamics of technology, growth and trade: A Schumpeterian perspective", en Hanusch, H. y Pyka, A. (eds.), *Elgar Companion to neo-Schumpeterian economics*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Fajnzylber, F. (1990). "Industrialización en América Latina: de la caja negra al casillero vacío", *Revista Economía*, n° 13 (25), 170-175, Lima.
- Fernández Bugna, C. y Porta, F. (2007). "El crecimiento reciente de la industria argentina. Nuevo régimen sin cambio estructural", en Kosacoff, B. (ed.), *Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina 2002-2007*, Documento de proyecto, CEPAL.

- Foster, J. (2005). "From simplistic to complex systems in economics", *Cambridge Journal of Economics*, n° 29, 873-892.
- Freeman, C. (1982) "Technological infrastructure and international competitiveness", draft paper enviado al OECD Ad-hoc Group on Science, Technology and Competitiveness, agosto, mimeo.
- Ganotakis, P. y Love, J. (2011). "R&D, product innovation, and exporting: Evidence from UK new technology based firms", *Oxford Economics Papers*, 63 (2).
- Garay, L.J. (coord.) (1998). *Colombia: estructura industrial e internacionalización. 1967-1996*, Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Gatto, F. (1995). *Pequeñas y medianas empresas industriales exportadoras argentinas*, LC/BUE/R.215, Buenos Aires: ECLAC.
- Girma, S.; Görg, H. y Hanley, A. (2008). "R&D and exporting: A comparison of British and Irish firms", *Review of World Economics*, vol. 144 (4), 750-773.
- Grecco (Grupo de Estudios del Crecimiento Económico Colombiano) (2001). "Exportaciones no tradicionales en Colombia", en *El crecimiento de Colombia en el siglo xx*, Bogotá: Banco Central de Colombia-Fondo de Cultura Económica.
- Harris, R. y Li, Q.C. (2009). "Exporting, R&D, and absorptive capacity in UK establishments", *Oxford Economic Papers*, vol. 61 (1), 74-103.
- Hirsch, S. (1965). "The US electronics industry in international trade", *National Institute Economic Review*, n° 34.
- Hirsch, S. y Bijaoui, I. (1985). "R&D intensity and export performance: A micro view", *Review of World Economics*, 121, 238-251.
- Hirschman, A. (1957). "Investment policies and 'dualism' in underdeveloped countries", *The American Economic Review*, vol. 47, n° 5.
- Hufbauer, G. (1970). "The impact of national characteristics and technology on the commodity composition of trade in manufactured goods", en Vernon, R. (ed.), *The technology factor in international trade*, Nueva York: Columbia University Press.
- Iannariello-Monroy, M.; León, J. y Oliva, C. (1999). *El comportamiento de las exportaciones en Colombia: 1962-1996*, RE3-99-005, Washington: Banco Interamericano de Desarrollo, agosto.
- Kaldor, N. (1972). "The irrelevance of equilibrium economics", *The Economic Journal*, vol. 82, n° 328, 1237-1255.

- Kirbach, M. y Schmiedeberg, C. (2008). "Innovation and export performance: Adjustment and remaining differences in East and West German manufacturing", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 17, n° 2, 435-457.
- Kumar, N. y Siddharthan, N.S. (1994). "Technology, firm size and export behaviour in developing countries: The case of Indian enterprises", *Journal of Development Studies*, vol. 31, n° 2, 289-309.
- Kuwayama, M. y Durán Lima, J.E. (2003). "La calidad de la inserción internacional de América Latina y el Caribe en el comercio mundial", Serie Comercio Internacional, n° 26, División de Comercio Internacional e Integración, Santiago de Chile, mayo.
- Lefebvre, É. y Bourgault, M. (1998). "R&D-related capabilities as determinants of export performance", *Small Business Economics*, 10(4), 365-377.
- Linder, S.B. (1961). *An essay on trade and transformation*, Nueva York: John Wiley and Sons.
- Lugones, G. y Suárez, D. (2006). "Los magros resultados de las políticas para el cambio estructural en América Latina: ¿problema instrumental o confusión de objetivos?", Centro Redes, Doc. de Trabajo n° 27, julio.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (2000). "Knowledge, innovative activities and industrial evolution", *Industrial and Corporate Change*, 9, 289-314.
- Metcalf, J.S. (2010). "Dancing in the dark: la disputa sobre el concepto de competencia", *Desarrollo Económico*, vol. 50, n° 197, abril-junio, 59-79.
- Metcalf, J.S. y Ramlogan, R. (2006). "Restless capitalism: A complexity perspective on modern capitalist economies", en Garnsey, E. y McGlade, J. (eds.), *Complexity and evolution*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Milesi, D.; Moori, V.; Robert, V. y Yoguel, G. (2007). "Desarrollo de ventajas competitivas: pymes exportadoras exitosas en Argentina, Chile y Colombia", *Revista de la CEPAL*, 92, agosto.
- Miotti, L. y Sachwald, F. (2003). "Co-operative R&D: Why and with whom? An integrated framework of analysis", *Research Policy*, 32, 8, 1481-1499.
- Moori-Koenig, V. y Yoguel, G. (1995). "Perfil de la inserción externa y conducta exportadora de las pequeñas y medianas empresas industriales argentinas", Documento de Trabajo n° 65, CEPAL, Buenos Aires.
- Nassimbeni, G. (2001). "Technology, innovation capacity, and the export attitude of small manufacturing firms: A Logit/Tobit model", *Research Policy*, vol. 30 (2), 245-262.

- Nelson, R. y Winter, S.G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Harvard University Press.
- Nurkse, R. (1953). “Algunos aspectos internacionales del desarrollo económico”, *The American Economic Review*, vol. 42, nº 2, 571-583.
- Ocampo, J.A. (2001). “Retomar la agenda del desarrollo”, *Revista de la CEPAL*, 74.
- Ocampo, J.A. (2006). “La macroeconomía de la bonanza económica latinoamericana”, *Revista de la CEPAL*, 93.
- Ocampo, J.A.; Sánchez, F. y Hernández, G. (2004). “Colombia: crecimiento de las exportaciones y sus efectos sobre el crecimiento, empleo y pobreza”, en Ganuza, E.; Morley, S. et al., *¿Quién se beneficia del libre comercio? Promoción de exportaciones en América Latina y el Caribe en los 90*, Nueva York: Dirección Regional de América Latina y el Caribe, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Palma, G. (2005). “Four sources of deindustrialization and a new concept of the Dutch disease”, en Ocampo, J.A. (ed.), *Beyond reforms: structural dynamics and macroeconomic vulnerability*, The World Bank-ECLAC.
- Penrose, E.T. (1959). *The theory of the growth of the firm*, Nueva York: Wiley.
- Posner, M.V. (1961). “International trade and technical change”, *Oxford Economic Papers*, 13, 323-341.
- Prebisch, R. (1959). “Commercial policy in the underdeveloped countries”, *The American Economic Review*, vol. 49, nº 2, Papers and Proceedings of the Seventy-first Annual Meeting of the American Economic Association, 251-273.
- Reinert, E.S. (2007). *La globalización de la pobreza. Cómo se enriquecieron los países ricos... y por qué los países pobres siguen siendo pobres*, Barcelona: Crítica.
- Robert, V. y Yoguel, G. (2010). “La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico”, *Desarrollo Económico*, 50 (199), 423-453.
- Roper, S. y Love, J.H. (2001). “Innovation and export performance: Evidence from the UK and German manufacturing plants”, *Research Policy*, 31 (7), 1087-1102.
- Ros, J. (2004). *La teoría del desarrollo y la economía del crecimiento*, México: Fondo de Cultura Económica-CIDE.
- Saviotti, P.P. y Frenken, K. (2008). “Export variety and the economic performance of countries”, *Journal of Evolutionary Economics*, 18(2), 201-218.
- Schlegelmilch, B.B. y Crook, J.N. (1988). “Firm level determinants of export intensity”, *Managerial and Decision Economics*, 9(4), 291-300.

- Silva, V. (2001). *Estrategia y agenda comercial chilena en los noventa*, Serie Comercio Internacional, n° 11, LC/L.1550-P, Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Sterlacchini, A. (1999). "Do innovative activities matter to small firms in non-R&D-intensive industries? An application to export performance", *Research Policy*, 28 (8), 819-832.
- Sterlacchini, A. (2001). The determinants of export performance: A firm-level study of Italian manufacturing, *Review of World Economics*, 137(3), 450-472.
- Tether, B. (2002). "Who cooperates for innovation, and why: An empirical analysis", *Research Policy*, 31 (6), 947-967.
- Vega-Jurado, J.; Gutiérrez-Gracia, A.; Fernández-de-Lucio, I. y Manjarrés-Henríquez, L. (2008). "The effect of external and internal factors on firms' product innovation", *Research Policy*, 37, n° 4, 616-362.
- Vernon, R. (1966). "International investments and international trade in the product cycle", *The Quarterly Journal of Economics*, 80 (2), mayo.
- Veugelers, R. (1997). "Internal R & D expenditures and external technology sourcing", *Research Policy*, 26 (3), 303-315.
- Wagner, J. (1995). "Exports, firm size and firm dynamics", *Small Business Economics*, 7 (1), 29-39.
- Wakelin, K. (1998). "Innovation and export behavior at the firm level", *Research Policy*, 26 (7-8), 829-841.
- Willmore, L. (1992) "Transnationals and foreign trade: Evidence from Brazil", *Journal of Development Studies*, 28 (2), 314-335.
- Yoguel, G. y Boscherini, F. (1996). "La capacidad innovativa y el fortalecimiento de la competitividad de las firmas: el caso de las pymes exportadoras argentinas", Documento de trabajo, 71.
- Zhao, H. y Li, H. (1997). "R&D and export: An empirical analysis of Chinese manufacturing firms", *Journal of High Technology Management Research*, 8, 89-105.

**Anexo. Descripción de las variables utilizadas en los modelos**

<b>Nombre</b>	<b>Definición</b>	<b>Medición</b>
<b>Variables dependientes</b>		
X	Performance exportadora	0: no exportadora 1: exportadora
Coef_x	Coficiente de exportación	variable continua
<b>Variables independientes</b>		
Cap	Capacidades tecno-organizacionales	1 si: 1) el share de profesionales sobre el empleo total supera la media de la muestra y/o 2) la empresa realizó actividades de I+D durante 2006-2008. 0: caso contrario
EK	Eficiencia keynesiana	0: no tiene 1: tiene
EF	Eficiencia factorial	0: no tiene 1: tiene
ES	Eficiencia schumpeteriana	0: no tiene 1: tiene
Cap_EK	Interacción de capacidades con eficiencia keynesiana	0 1
Cap_EF	Interacción de capacidades con eficiencia factorial	0 1
Cap_ES	Interacción de capacidades con eficiencia schumpeteriana	0 1
V_sepyme	Vinculación con la SEPyME	0: no se vincula 1: se vincula
V_consul	Vinculación con consultores externos	0: no se vincula 1: se vincula
V_univ	Vinculación con universidades	0: no se vincula 1: se vincula
V_inti	Vinculación con el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)	0: no se vincula 1: se vincula
V_fontar	Vinculación con el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR)	0: no se vincula 1: se vincula

<b>Variables de control</b>		
Sector	Clasificación CIIU a dos dígitos	
Antigüedad	Año de fundación de la empresa	
Lntam	Cantidad de ocupados	logaritmo natural del tamaño (v. continua)
Lntam <sup>2</sup>	Cuadrado del tamaño	logaritmo natural del tamaño al cuadrado (v. continua)
Dominio	Localización geográfica de la empresa	

### Definición de las eficiencias sectoriales

CIIU Rev. 3	Eficiencia schumpeteriana	Eficiencia factorial	Eficiencia keynesiana
151			
152		x	
153		x	
154		x	x
155		x	x
171		x	
172	x	x	
181			
182		x	
191		x	
192		x	
201			
202	x	x	
210		x	
221		x	
222			
223		x	
241		x	
242	x		x
243			x

---

251		
252		x
261	x	
269		
271		
272		x
273		x
281		x
289	x	x
291	x	
292	x	
293	x	
300		
311		
312	x	x
313	x	
314		
315		x
319	x	
322		
323		
331	x	
332		x
341		x
342		
343	x	x
351		
352		
359		
361		
369		x

---



### I.3. LA INNOVACIÓN COMO FENÓMENO SOCIAL Y COOPERATIVO



# Aprendizajes y reflexiones sobre tecnologías de gestión para la inclusión social

Un análisis sociotécnico de la unidad productora de medicamentos de los Talleres Protegidos de Rehabilitación Psiquiátrica de la Ciudad de Buenos Aires\*

LUCAS BECERRA\*\*

GUILLERMO SANTOS\*\*\*

---

## Introducción

El estudio de las Tecnologías para la Inclusión Social (TIS) representa una tarea prioritaria para la planificación de estrategias de innovación social, desarrollo socioeconómico, democratización e inclusión social en la Argentina.

---

\* Este artículo es parte de un trabajo más amplio dedicado al estudio de experiencias y capacidades institucionales para el desarrollo y la implementación de políticas públicas orientadas a la producción pública de medicamentos en la Argentina. Este proyecto se encuentra actualmente en ejecución en el Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología y es financiado por el International Development Research Centre (IDRC) –Canadá– y por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

\*\* Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

Los estudios sociales constructivistas de la tecnología sostienen que las tecnologías desempeñan un papel central en los procesos de cambio social. No solo demarcan posiciones y conductas de los actores, sino también condicionan estructuras de distribución social, costos de producción y acceso a bienes y servicios; las tecnologías pueden generar problemas sociales y ambientales, pero también facilitan –o dificultan– su resolución.

No se trata de una simple cuestión de determinismo tecnológico. Tampoco de una relación causal dominada por relaciones sociales. Las tecnologías son construcciones sociales tanto como las sociedades son construcciones tecnológicas.

Así, la resolución de las problemáticas de la pobreza, la exclusión y el subdesarrollo no puede ser analizada sin tener en cuenta la dimensión tecnológica: producción de alimentos, vivienda, transporte, energía, acceso a conocimientos y bienes culturales, ambiente, organización social y acceso a los medios que permiten mantener y/o recuperar la salud, entre ellos los medicamentos, constituyen algunos de los principales tópicos de intervención de las TIS<sup>1</sup> (Thomas y Fressoli, 2007; 2009).

A partir de este reconocimiento de la tecnología como una dimensión clave en los procesos de cambio social, este artículo se orienta a: a) la producción de insumos para la reflexión teórico-conceptual orientada al diseño de políticas públicas de inclusión social vinculadas a la producción pública de medicamentos (PPM), y b) pensar, desde un enfoque sociotécnico, la PPM como una tecnología organizacional del tipo TIS; para lo que se aborda un estudio de caso: la unidad productora de medicamentos (UPM) de los Talleres Protegidos de Rehabilitación Psiquiátrica de la Ciudad de Buenos Aires.

A los fines de volver operativos ambos objetivos en términos del presente trabajo, se presenta un conjunto de preguntas-problema que serán abordados.

Es posible analizar tecnologías organizacionales con herramientas o indicadores distintos a los convencionales, como la eficiencia, la productividad, la tasa de retorno, etcétera. Un análisis de este tipo implica incorporar dimensiones económicas, políticas, normativas y tecnocognitivas en un mismo cuerpo analítico. La pregunta entonces queda definida como: ¿qué variables deben ser tenidas en cuenta en el análisis de las UPM?

Sin embargo, esta pregunta no se responde en forma aislada. Es, desde una perspectiva sistémica, parte de un conjunto de preguntas sociotécnicas más amplio: ¿cómo funciona una UPM en la Argentina?, y particularmente, ¿cómo funciona la UPM de los Talleres Protegidos? ¿Qué factores configu-

---

1 En este trabajo se define inicialmente una “Tecnología para la Inclusión Social” como una forma de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales y ambientales generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable.

ran su funcionamiento o no funcionamiento en términos sincrónicos y diacrónicos? Y, finalmente, ¿para qué grupos sociales funciona o no funciona?

Para abordar este conjunto de preguntas-problema es necesario explicitar ciertas definiciones conceptuales que guiarán el análisis de este trabajo.

### **Abordaje analítico-conceptual**

El punto de partida del abordaje teórico-metodológico del presente trabajo es el reconocimiento de la producción pública de medicamentos como una tecnología de proceso y organización que tiene como objetivo generar dinámicas de producción innovativas de inclusión y desarrollo social.

El abordaje constructivista relativista de la sociología de la tecnología, aquí desplegado, supone ventajas explicativas para la comprensión de los procesos sociotécnicos de innovación y cambio social y tecnológico (Bijker, 1995; Elzen *et al.*, 1996). A diferencia de los planteos en los que los procedimientos tecnológicos son presentados como elementos autónomos, neutrales y universales, cuyo funcionamiento está determinado por sus propiedades intrínsecas, en el abordaje constructivista, los procedimientos tecnológicos son considerados como el resultado de un complejo interjuego social, político, económico, cognitivo (diversos conocimientos, incluidos los científicos y tecnológicos, así como también los tácitos y consuetudinarios).

En este sentido, el enfoque sociotécnico permite reconocer los tipos de procedimientos de gestión y producción de medicamentos realizados por los laboratorios públicos para garantizar el acceso universal de la población a estos insumos claves para la recuperación de la salud, que fueron interpretados de diferentes maneras por distintos actores sociales (grupos sociales relevantes) y tales interpretaciones dependieron, a su vez, del tipo de problema para el cual los procedimientos en cuestión fueron considerados una solución.

Cinco conceptos básicos enmarcan el análisis desplegado en el presente artículo y se han mostrado particularmente adecuados para el análisis de los procesos de diseño, producción, implementación y gestión de tecnologías para la inclusión social (Thomas, 2008 a y b):

- *Procesos de coconstrucción de actores y artefactos*: La sociedad es tecnológicamente construida así como la tecnología es socialmente conformada. Tanto la configuración material como el propio funcionamiento de un artefacto se construyen como derivación contingente de las disputas, presiones, resistencias, negociaciones y convergencias que van conformando el ensamble heterogéneo entre actores, conocimientos y artefactos materiales.

Las dinámicas de innovación y cambio tecnológico son procesos de coconstrucción sociotécnica, lo que significa que las alteraciones en alguno de estos elementos generan cambios tanto en el sentido y funcionamiento de una tecnología como en las relaciones sociales vinculadas.

- *Dinámica sociotécnica*: Conjunto de patrones de interacción de tecnologías, instituciones, políticas, racionalidades y formas de constitución ideológica de los actores.

Este concepto sistémico sincrónico permite insertar, en un mapa de interacciones, una forma determinada de cambio sociotécnico, por ejemplo, un proyecto de tecnología social, una serie de artefactos, una trayectoria sociotécnica, la construcción e interpretación de una forma de relaciones problema-solución. Incluye un conjunto de relaciones tecnoeconómicas y sociopolíticas vinculadas al cambio tecnológico.

- *Trayectoria sociotécnica*: Proceso de coconstrucción de productos, procesos productivos y organizaciones, instituciones, relaciones usuario-productor, relaciones problema-solución, procesos de construcción de “funcionamiento” y “utilidad” de una tecnología, racionalidades, políticas y estrategias de un actor (ONG, institución de investigación y desarrollo, universidad, etcétera) o, asimismo, de un marco tecnológico (Bijker, 1995) determinado (tecnología nuclear, siderurgia, etcétera).

Este concepto –de naturaleza eminentemente diacrónica– permite ordenar relaciones causales entre elementos heterogéneos en secuencias temporales tomando como punto de partida un elemento sociotécnico en particular (por ejemplo, una tecnología social –artefacto, proceso, organización determinada–, una empresa, un grupo de investigación y desarrollo).

Las dinámicas sociotécnicas son más abarcativas que las trayectorias: toda trayectoria sociotécnica se desenvuelve en el seno de una o diversas dinámicas sociotécnicas y resulta incomprensible fuera de ellas.

- *Relaciones problema-solución*: Los “problemas” y las relaciones de correspondencia “problema-solución” constituyen construcciones sociotécnicas. En los procesos de coconstrucción sociotécnica de las tecnologías sociales, la participación relativa del accionar problema-solución alcanza tal carácter dominante que condiciona el conjunto de prácticas socioinstitucionales y, en particular, las dinámicas de aprendizaje y la generación de instrumentos organizacionales.

El conocimiento generado en estos procesos problema-solución es en parte codificado y en parte tácito (solo parcialmente explicitado: signado por prácticas cotidianas, desarrollado en el marco del proceso de toma de decisiones).

- *Funcionamiento*: El “funcionamiento” o “no funcionamiento” de un artefacto es resultado de un proceso de construcción sociotécnica en el que intervienen, normalmente de forma autoorganizada, elementos heterogéneos: condiciones materiales, sistemas, conocimientos, regulaciones, financiamiento, prestaciones, etcétera.

El “funcionamiento” (Bijker, 1995) de los artefactos no es algo dado, “intrínseco a las características del artefacto”, sino que es una contingencia que se construye social, tecnológica y culturalmente. Supone complejos procesos de adecuación de respuestas-soluciones tecnológicas a articulaciones sociotécnicas concretas y particulares históricamente situadas.

El “funcionamiento” o “no funcionamiento” de una tecnología es una relación interactiva: es resultado de un proceso de construcción sociotécnica en el que intervienen elementos heterogéneos: sistemas, conocimientos, regulaciones, materiales, financiamiento, prestaciones, etcétera. Es posible plantear que se construye funcionamiento en el marco de procesos de adecuación sociotécnica: procesos autoorganizados e interactivos de integración de un conocimiento, artefacto o sistema tecnológico en una trayectoria sociotécnica, sociohistóricamente situada. El funcionamiento o no funcionamiento de una tecnología deviene del sentido construido en estos procesos autoorganizados de adecuación/inadecuación sociotécnica: la adecuación genera funcionamiento (Thomas y Buch, 2008).

La noción de *alianza sociotécnica* complementa como mecanismo de análisis la articulación entre artefactos, materiales, conocimientos y actores, que conforma la red que viabiliza o restringe las posibilidades de funcionamiento o no funcionamiento de una tecnología.

Es posible definir una alianza sociotécnica como una coalición de elementos heterogéneos, implicados en el proceso de construcción de funcionamiento/no funcionamiento de una tecnología. Las alianzas se constituyen dinámicamente, en términos de movimientos de alineamiento y coordinación de artefactos, ideologías, regulaciones, conocimientos, instituciones, actores sociales, recursos económicos, condiciones ambientales, materiales, etcétera, que viabilizan o impiden la estabilización de la adecuación sociotécnica de una tecnología y la asignación de sentido de funcionamiento/no funcionamiento. Así, las alianzas sociotécnicas permiten describir y analizar las relaciones entre actores y sistemas tecnológicos, entre grupos sociales relevantes y artefactos.

Así, el “funcionamiento” o “no funcionamiento” de los artefactos debe ser analizado simétricamente. El “funcionamiento” de una máquina no debe ser considerado como el *explanans* sino como el *explanandum*.

El “funcionamiento” de un artefacto sociotécnico es un proceso de construcción continua, que se despliega desde el mismo inicio de su concepción y diseño. Aún después de cierto grado de “estabilización”, se continúan realizando ajustes y modificaciones que construyen nuevas y diversas formas de “funcionamiento”.

## **Análisis sociotécnico de la UPM de los Talleres Protegidos de Rehabilitación Psiquiátrica de la Ciudad de Buenos Aires**

### **Marco general**

Según consta en la Declaración Universal de los Derechos Humanos (que tiene jerarquía constitucional en la Argentina a partir de la reforma constitucional de 1994), la salud es un derecho y, en tal sentido, el medicamento, en su carácter de bien social que contribuye a la recuperación de la persona enferma, también está comprendido en dicha legislación. Por lo tanto, es obligación del Estado garantizar que todo habitante de la Argentina pueda estar saludable y que, en caso de contraer una enfermedad, pueda acceder en tiempo y forma a toda la cobertura médica, asistencial y terapéutica que necesite.

Sin embargo, la crisis política y económica argentina ocurrida en el año 2001 constituyó un desafío de primer orden en términos de garantizar este derecho. En efecto, a partir del 2001, se produjo una caída extraordinaria de la capacidad adquisitiva de la población, mientras que el índice de pobreza superó el 50% y el de indigencia, el 25%. Como consecuencia directa, el acceso de la población a los servicios de salud y consumo de medicamentos se redujo drásticamente y generalizadamente.<sup>2</sup>

En este contexto de crisis socioeconómica e institucional, el Estado nacional implementó como principal medida de solución el Plan Remediar, mediante el cual se buscaba garantizar el acceso a medicamentos a 15.000.000 de personas mediante su provisión gratuita.

Aunque el Plan Remediar resolvió en cierta medida la provisión de medicamentos en los estratos más vulnerables de la sociedad, también sirvió para la reactivación de la industria farmacéutica privada, que fue fuertemente afectada durante la crisis del 2001-2002.<sup>3</sup> Solo durante el

---

2 Según el INDEC, luego de un proceso sostenido de crecimiento durante los últimos siete años, alrededor del 12% de la población continuaba viviendo en condiciones de pobreza y el 3%, en condiciones de indigencia durante el primer semestre del año 2010, condiciones que dificultan el acceso a los medicamentos.

3 Véase INDEC (2002-2010) y Cátedra Libre de Derechos Humanos (2005).

año 2010, la facturación total de la industria farmacéutica en la Argentina registró un aumento del 21,7% con relación al año anterior. Las ventas al mercado interno (producción local más importaciones) tuvieron un incremento del 23,1% y las exportaciones, del 6,4% (INDEC, 2002-2010). En pocas palabras, el esfuerzo presupuestario público necesario para garantizar el acceso a los medicamentos de una porción significativa de la sociedad argentina es apropiado directa e indirectamente por el sector farmacéutico privado nacional y transnacional.

Desde esta perspectiva, el análisis sociotécnico de la producción pública de medicamentos propuesto en este artículo se vincula potencialmente con la generación de capacidades de resolución de problemas sistémicos (como mecanismo para regular los precios de mercado de los medicamentos, generar nuevos niveles de competencias técnicas y procesos de innovación, preservar recursos humanos especializados, influir sobre las campañas de lucha contra epidemias, proveer medicamentos “huérfanos” o estabilizar políticas públicas en el tiempo) antes que con la resolución de un déficit o problemática puntual como la sola producción de medicamentos para el sistema de salud.

## Trayectoria sociotécnica de los Talleres Protegidos de la Ciudad de Buenos Aires

La UPM de los Talleres Protegidos encuentra sus orígenes en el laboratorio EMESTA (Especialidades Medicinales del Estado), creado por Ramón Carrillo durante la primera presidencia de Perón y cuyo objetivo era la producción de medicamentos baratos para el sistema de salud nacional. Durante el gobierno de facto de Onganía, el laboratorio nacional se convierte en la UPM de los Talleres Protegidos de Rehabilitación, creados en la década del cincuenta, en los que, inicialmente, se producían psicofármacos para todo el país.

En el año 1992, el EMESTA fue transferido a la órbita de la ciudad de Buenos Aires junto con los Talleres Protegidos de Rehabilitación y los hospitales Borda y Moyano. El efecto inmediato de esta transferencia fue un aumento de la capacidad ociosa de producción de medicamentos dado que la nueva UPM no tenía (ni tienen actualmente) una habilitación de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT)<sup>4</sup> de

---

4 Actualmente, el laboratorio productor público de medicamentos de los Talleres Protegidos no cuenta con certificación ANMAT de sus instalaciones. La incapacidad de habilitar estas instalaciones imposibilita a la institución para obtener certificaciones ANMAT de sus distintas líneas de productos, aunque, según sostiene la directora técnica del laboratorio, sus productos cumplen con las normas de calidad necesarias.

sus instalaciones y producción que habilitara el tránsito interprovincial de los medicamentos.

Ante este nuevo escenario, la UPM buscó articular una nueva estrategia para ampliar su producción mediante la incorporación de nuevas líneas de producción: los Talleres Protegidos se vincularon entonces con la Red para la Atención de la Tuberculosis de la Ciudad de Buenos Aires, que tiene su sede en el hospital Muñiz.

A partir de esta vinculación, el laboratorio empezó a producir un conjunto de tuberculostáticos, de los cuales tenía las fórmulas, denominados de primera línea (etambutol clorhidrato, isoniazida y pirazinamida). Pero no solo produce estos tres productos, sino que también desarrolla (a pedido de la Red) dos medicamentos necesarios para el tratamiento de tuberculosis multirresistentes, el P-amino salicilato de sodio y la etionamida, y es el único laboratorio que produce medicamentos a base de estos dos principios activos.

Por otro lado, a partir de la crisis económica del 2001-2002, la UPM recibe una donación de la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires para mejorar el equipamiento con la finalidad de proveer medicamentos baratos al sistema de salud de la ciudad. Así, se suma a la producción la denominada línea de producción de medicamentos generales.

Desde el punto de vista del marco regulatorio que contiene las actividades de la UPM, solo a partir de la Ley N° 448 del año 2000 y de la Ley N° 955 del año 2002, pero reglamentada en 2007, se establece la pertenencia de la UPM a los Talleres Protegidos de Rehabilitación Psiquiátrica y se establece: “Ratificar e impulsar las condiciones de organización y funcionamiento de talleres existentes vinculados a la elaboración de medicamentos en producción y/o que se produzcan en el futuro”.<sup>5</sup> De aquí, entonces, que la UPM depende del presupuesto general de los Talleres.

Finalmente, en diciembre de 2008, la ANMAT estableció, mediante la Disposición 7266, la distribución con tránsito interprovincial de lotes de medicamentos huérfanos,<sup>6</sup> elaborados en laboratorios de producción pública de medicamentos y no inscriptos en el Registro de Especialidades Medicinales (REM) de esta institución. Esta Disposición permitiría al laboratorio de los Talleres Protegidos entregar su producción a organismos

---

Así, el laboratorio no puede ofrecer su producción a ninguna institución de salud que no pertenezca al sistema de salud público de la CABA, lo que limita fuertemente su capacidad para colocar su producción.

5 Artículo 3, inciso b, de la Ley N° 955.

6 Se entiende por medicamentos huérfanos a todos aquellos medicamentos o derivados que no son comercializados por su escasa demanda o bajo nivel de rentabilidad.

oficiales (nacionales y provinciales) en la medida en que: a) el conjunto de los productos distribuidos cubra “emergencias por riesgo sanitario o falta de producto”, y b) sean el o los organismos oficiales los que generen el pedido de los medicamentos. Sin embargo, esta disposición no permite que la UPM ofrezca su producción a hospitales públicos, además de impedir su distribución a clínicas, obras sociales y la red de farmacias privadas, parte importante de la demanda agregada del sector salud.

Así, para principios de la década del 2000, la UPM de los Talleres Protegidos producía medicamentos generales para los Centros de Salud y Acción Comunitaria (CeSAC) de la ciudad, psicofármacos para los hospitales Borda y Moyano y tuberculostáticos para la Red para la Atención de Tuberculosis de la Ciudad de Buenos Aires.

Ahora bien, cuando se analiza más de cerca la producción de los últimos siete años de esta UPM, se encuentra un conjunto de problemas asociados que se analizarán a continuación.

### Dinámica de la producción de medicamentos de los Talleres Protegidos. Período 2004-2010

La UPM de los Talleres Protegidos cuenta actualmente con capacidad para producir tres líneas de productos: a) medicamentos generales, b) psicofármacos y c) tuberculostáticos.

Sin embargo, en los últimos siete años, su producción ha caído en forma sostenida, aun habiendo desarrollado nuevos productos, como ibuprofeno 400, paracetamol 500 y rifampicina 300.

Adicionalmente, como se observa en la tabla 1 y los gráficos 1 y 2, la producción de medicamentos ha disminuido fuertemente durante el período comprendido entre los años 2004 y 2010, y especialmente en el último año. La producción total de medicamentos cayó en siete años un 69%, pero dicha caída no ha sido proporcional en todas las líneas de productos.

La producción de medicamentos generales pasó de 866.000 unidades en el año 2004 a solo 50.000 unidades en el año 2010. Más aún, la demanda de 2010 corresponde a un solo medicamento, el ácido acetilsalicílico 100 mg, cuya producción comenzó ese mismo año.

Del lado de los psicofármacos, la producción pasó de 3.750.000 unidades en 2004 a 479.000 unidades en 2010, una reducción del 87%. Pero solo en la variación interanual 2009-2010, la caída fue del 75%.

La producción de tuberculostáticos también sufrió una caída de su producción: entre los años 2004 y 2010, la producción se redujo en un 37%, pero solo la variación interanual 2009-2010 fue del 31%.

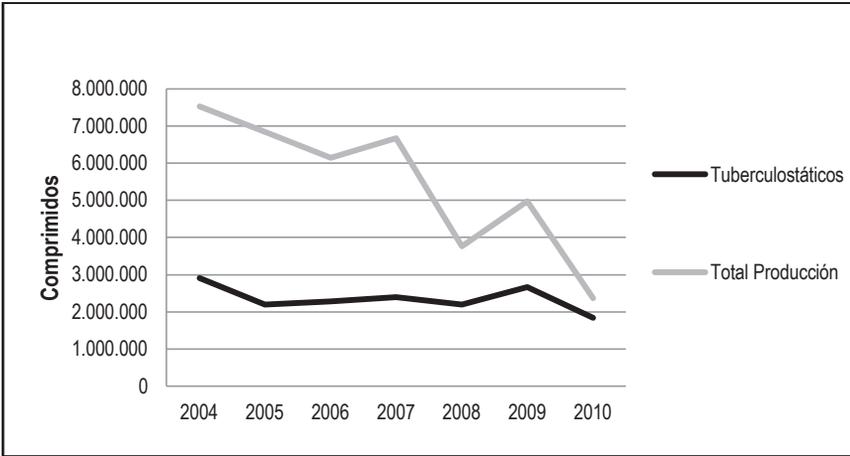
Tabla 1. Producción de comprimidos elaborados por el laboratorio de producción de medicamentos de Talleres Protegidos (período 2004-2010)

Categoría	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Lista general</b>							
Ácido acetilsalicílico 100 mg							50.000
Ácido acetilsalicílico 500 mg	195.000	98.000	96.000	193.000		192.000	
Furosemida 40 mg	285.000				97.000		
Glibenclamida 5mg	386.000		490.000	473.000	283.000	197.000	
Hidroclorotiazida 50 mg					99.000		
Ibuprofeno 40 mg	0	0	0	0	0	0	0
Paracetamol 500 mg	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total lista general</b>	<b>866.000</b>	<b>98.000</b>	<b>586.000</b>	<b>666.000</b>	<b>479.000</b>	<b>389.000</b>	<b>50.000</b>
<b>Psicofármacos</b>							
Amitriptilina clorhidrato 25 mg	47.000	74.000				48.000	
Clorpromazina clorhidrato 25 mg		147.000		199.000			
Clorpromazina clorhidrato 100 mg	97.000		97.000	194.000	97.000		
Diazepán 5 mg						95.000	
Diazepán 10 mg	1.300.000	788.000	384.000	960.000		582.000	198.000
Fenobarbital ácido 15 mg	98.000	50.000	50.000	147.000			
Fenobarbital ácido 100 mg	194.000	271.000	436.000	75.000		292.000	
Haloperidol 1 mg		100.000	147.000				
Haloperidol 5 mg	392.000	740.000	396.000	298.000	148.000		
Haloperidol 10 mg	196.000	684.000	245.000	592.000	198.000	292.000	78.000
Levomeproma-zina maleato 25 mg	407.000	812.000	595.000	611.000	402.000	408.000	203.000
Prometazina clorhidrato 25 mg	172.000	473.000	146.000	435.000	191.000		
Trifluoperazina clorhidrato 5 mg	404.000	410.000	770.000			201.000	

Trihexilfenidil clorhidrato 5 mg	443.000			99.000	48.000		
<b>Total psicofármacos</b>	3.750.000	4.549.000	3.266.000	3.610.000	1.084.000	1.918.000	479.000
<b>Tuberculostáticos</b>							
Etambutol clorhidrato 400 mg	590.000	542.000	444.000	490.000	690.000	380.000	400.000
Etionamida 250 mg	100.000	50.000	99.000		99.000	96.000	98.000
Isoniazida 100 mg	196.000	290.000	195.000	290.000	200.000	194.000	290.000
Isoniazida 300 mg	690.000	297.000	577.000	594.000	295.000	780.000	388.000
P-amino salicilato de sodio 500 mg	360.000	426.000	378.000	437.000	218.000	336.000	275.000
Pirazinamida 250 mg	976.000	590.000	593.000	588.000	693.000	880.000	388.000
Rifampicina 300 mg	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total tuberculostáticos</b>	2.912.000	2.195.000	2.286.000	2.399.000	2.195.000	2.666.000	1.839.000
<b>Total producción</b>	7.528.000	6.842.000	6.138.000	6.675.000	3.758.000	4.973.000	2.368.000
<b>Participación en el total</b>							
Lista general/Total	12%	1%	10%	10%	13%	8%	2%
Psicofármacos/Total	50%	66%	53%	54%	29%	39%	20%
Tuberculostáticos/Total	39%	32%	37%	36%	58%	54%	78%
Capacidad instalada	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000
Producción/ Capacidad instalada	50%	46%	41%	45%	25%	33%	16%

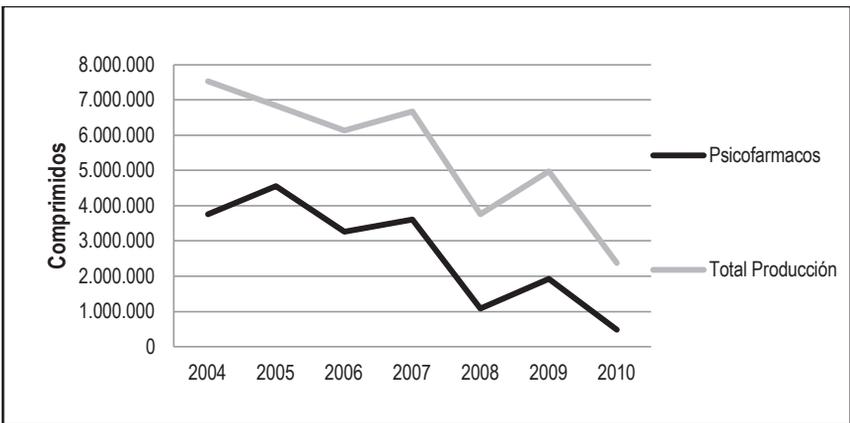
Fuente: Elaboración propia a partir de información provista por el laboratorio público productor de medicamentos de los Talleres Protegidos.

Gráfico 1. Producción de tuberculostáticos versus producción total (período 2004-2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos provistos por la UPM de los Talleres Protegidos.

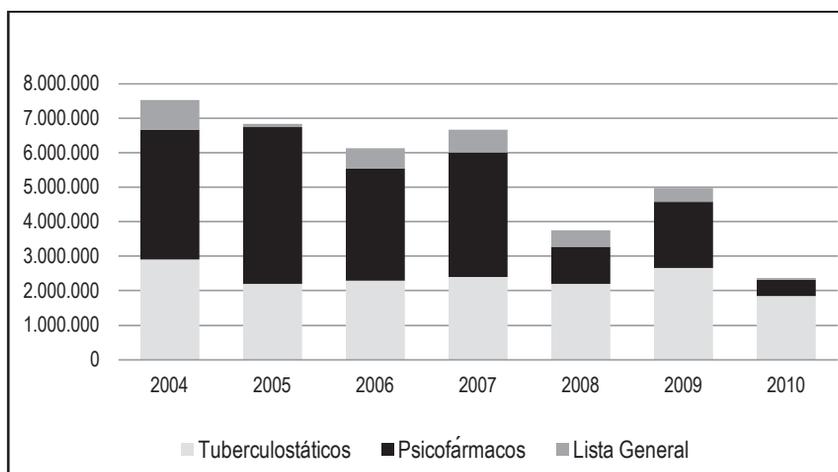
Gráfico 2. Producción de psicofármacos versus producción total (período 2004-2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos provistos por la UPM de los Talleres Protegidos.

Como se observa en el gráfico 3, la caída asimétrica entre las distintas líneas de productos llevó a los Talleres Protegidos a una fuerte dependencia de la demanda de tuberculostáticos. La demanda de estos medicamentos pasó a representar del 39% en 2004, al 54% en 2009 y a un enorme 78% en el año 2010.

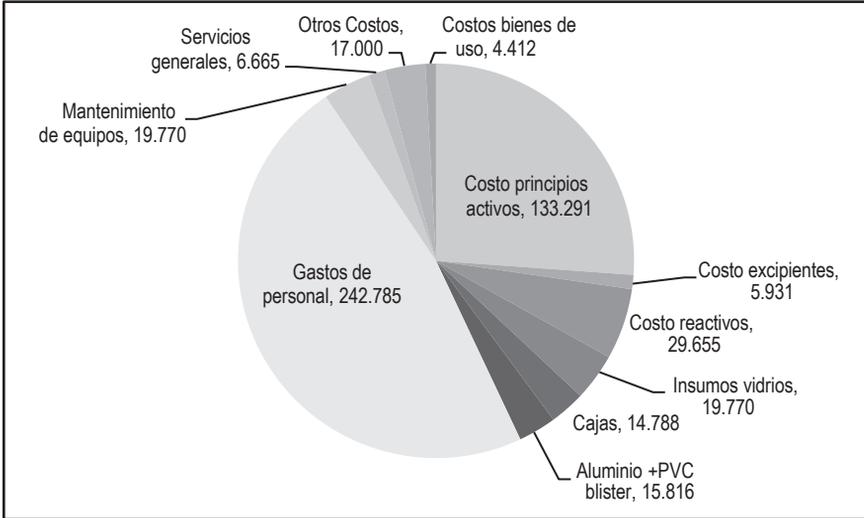
Gráfico 3. Participación por línea de producto en la producción total



Fuente: Elaboración propia a partir de datos provistos por la UPM de los Talleres Protegidos.

Por otro lado, al analizar la matriz de costos de la UPM, encontramos otro conjunto de datos relevantes. Dada la disponibilidad de datos, solo hemos podido calcular la matriz de costo de la línea de producción de tuberculostáticos. Aun así, dado que para el año 2008 esta línea ya representaba alrededor del 60% de la producción total del laboratorio, podemos tomar con relativa significancia esta línea de producción para entender el comportamiento de la matriz general de costos.

Gráfico 4. Matriz de costos-producción de tuberculostáticos. Talleres Protegidos (2008)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos provistos por la UPM de los Talleres Protegidos y de la Dirección de Economía de la Salud, Secretaría de Determinantes de la Salud y Relaciones Sanitarias, Ministerio de Salud de la Nación, *Informe Mecanismos de compra de medicamentos del Programa Nacional para el Control de la Tuberculosis*, 2008.

Como se observa en el gráfico 4, los costos de los principios activos y de los reactivos suman entre ambos el 32% del costo total necesario para producir 1.977.000 de tuberculostáticos (etambutol clorhidrato 400 mg, etionamida 250 mg, isoniazida 100 mg, isoniazida 300 mg y pirazinamida 250 mg). Sin embargo, el dato que más sobresale es la participación del gasto de personal, en torno al 48%. Este valor se explica a partir del bajo nivel de producción en función de la capacidad instalada, es decir, la capacidad ociosa de la UPM para 2008 era del 75% (ver la tabla 1). Dado que el gasto en personal representa un gasto fijo para la UPM, un bajo nivel de producción implica necesariamente que este tipo de gastos pese más sobre la estructura de costos de producción.

Ahora bien, a partir del análisis de la producción y los costos surge un conjunto de preguntas: ¿por qué la producción total de medicamentos empieza a caer en forma abrupta a partir de 2008?, ¿por qué la producción de tuberculostáticos no cae a la misma tasa que las otras líneas de productos?, ¿por qué los nuevos desarrollos, como el ibuprofeno 400 y el paracetamol 500, no son demandados?

## **Adquisición de medicamentos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires**

Estas preguntas empiezan a encontrar respuesta cuando se introduce la dimensión normativa del problema en el análisis.

El proceso de adquisiciones de insumos médicos y medicamentos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) ha sufrido en los últimos tres años un cambio considerable desde el punto de vista de su gestión. Este cambio en la gestión de las adquisiciones de medicamentos para el sistema de salud de la CABA se enmarca en una modificación integral que sufrió el sistema general de compras y adquisiciones a partir de la nueva ley sancionada el 21 de septiembre de 2006.

### **El nuevo sistema de compras y adquisiciones de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires**

A partir de la sanción de la Ley de Compras y Contrataciones de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Ley N° 2095), quedaron establecidos los lineamientos que debe observar el Sector Público de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en los procesos de compras, ventas y contrataciones de bienes y servicios, y la regulación de las obligaciones y derechos que se derivan de estos.

Según el artículo 2 de la Ley N° 2095, las disposiciones de dicha ley aplican sobre la totalidad del Sector Público de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, conformado por las siguientes instituciones:

1. la Administración Central, entes descentralizados, entidades autárquicas y cualquier otra entidad que pudiera depender del Poder Ejecutivo de la Ciudad y las Comunas;
2. el Poder Legislativo;
3. el Poder Judicial;
4. los órganos creados por la Constitución de la Ciudad de Buenos Aires;
5. las empresas y sociedades del Estado, sociedades anónimas con participación estatal mayoritaria, sociedades de economía mixta y todas aquellas organizaciones empresariales en las que la Ciudad Autónoma de Buenos Aires tenga participación mayoritaria en el capital o en la toma de las decisiones societarias.

El sistema de Compras y Contrataciones previsto en la Ley N° 2095 se organiza en función de los criterios de centralización normativa y descentralización operativa. El sistema está integrado por un Órgano Rector y Unidades Operativas de Adquisiciones. El Órgano Rector tiene a cargo el Sistema de Compras y Contrataciones, cuyas funciones le son asignadas a la Dirección General de Compras y Contrataciones del Ministerio de Hacienda. Las Unidades Operativas de Adquisiciones son las áreas de contrataciones y adquisiciones que funcionan en cada una de las jurisdicciones y entidades de la Ciudad, las cuales tienen a su cargo la gestión de las contrataciones.

### Implicancias del nuevo sistema de compras y adquisiciones en la adquisición de medicamentos para el sistema de salud pública de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Hasta la implementación del nuevo sistema de compras y adquisiciones, la gestión de medicamentos se basaba esencialmente en la compra directa por parte de los hospitales en función de las demandas específicas de cada unidad.

Sin embargo, bajo el amparo de la Ley N° 2095, los mecanismos de adquisición de medicamentos cambiaron en forma significativa. Actualmente, la gestión de adquisiciones de medicamentos consiste de tres componentes que funcionan, según lo indicado por funcionarios del Ministerio de Salud de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en forma articulada.<sup>7</sup>

En primer lugar, se encuentra en vigencia desde el 15 de enero de 2010 una orden de compra abierta adjudicada a la firma PROGEN S.A.<sup>8</sup> mediante Decreto N° 1093/09 que aprueba la Licitación Pública de Etapa Única N° 18/DGCyC/09. La orden de compra abierta tiene duración de un año corrido y es por un monto presupuestado de \$150.000.000 (con un ajuste posible de  $\pm$  15%).

Frente a una solicitud de medicamentos de una Unidad Operativa de Adquisiciones (UOA), como por ejemplo la del Hospital Moyano, PROGEN

---

7 Comisión de Presupuesto, Hacienda, Administración Financiera y Política Tributaria del Concejo Deliberante de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2010).

8 PROGEN S.A. es una empresa que actúa en representación de 26 laboratorios nacionales y está dedicada a la comercialización de medicamentos genéricos. No solo provee al Ministerio de Salud de la CABA, sino también a la red de farmacias privadas de la ciudad, y actualmente se encuentra en expansión en el interior del país.

provee los medicamentos que se encuentran dentro de su vademécum, el cual no llega a los mil ítems.<sup>9</sup>

En segundo lugar, existe una serie de productos específicos que compran los hospitales vía licitación o contratación directa. Y, finalmente, hay una serie de licitaciones que se hacen de manera centralizada que, básicamente, son de productos biomédicos.

Ahora bien, el mecanismo opera de la siguiente forma. En la medida en que los medicamentos solicitados se encuentren disponibles en términos de cantidad y calidad suficiente bajo la figura de la orden de compra abierta, son provistos por PROGEN, que adicionalmente se encarga de la logística y la gestión de *stocks*. Si los medicamentos no pueden ser provistos por PROGEN (es decir, no son provistos en tiempo y cantidad en términos de no discontinuar los tratamientos de los pacientes o no están incluidos en la lista de PROGEN), entonces la UOA puede licitar o adquirir en forma directa dichos medicamentos.

La nueva norma tuvo un impacto desigual sobre la producción de la UPM dado que posibilitó la acción de un nuevo actor privilegiado sobre la producción más rentable de la UPM: los psicofármacos y los medicamentos generales.

Bajo la nueva norma, los psicofármacos son provistos por PROGEN y otras droguerías mediante licitación. Esto explica por qué la producción de psicofármacos de los Talleres Protegidos, cuyos únicos demandantes son los hospitales Moyano y Borda, cayó en el período 2009-2010 en un 75%. Razón que también aplica para la producción de la lista de medicamentos generales.

Por otro lado, la lógica de los tuberculostáticos es distinta. En primer lugar, dos medicamentos necesarios para el tratamiento de la tuberculosis multirresistente (P-amino salicilato de sodio y etionamida) solo son producidos en la Argentina por la UPM de los Talleres Protegidos. En segundo lugar, tres medicamentos de primera línea (etambutol clorhidrato, isoniazida y pirazinamida) son utilizados en forma combinada (razón por la que se observa, en la tabla 1, la gran similitud de las cantidades producidas en el año 2010). Estos medicamentos son producidos por laboratorios privados, pero la Red para la Atención de la Tuberculosis entiende que la calidad de dicha producción es de dudosa condición. Finalmente, medicamentos como rifampicina y la cycloserina son adquiridos mediante el Programa Nacional de Control de la Tuberculosis debido a la falta de disponibilidad

---

9 Según el subsecretario de Administración del Sistema de Salud, Ing. Rodolfo Kirby. Comisión de Presupuesto, Hacienda, Administración Financiera y Política Tributaria del Concejo Deliberante de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2010).

en cantidad y calidad a nivel nacional. Las características propias de la producción de estos medicamentos habilitan a la Red a adquirir medicamentos en forma directa a la UPM de los Talleres Protegidos.

### **Funcionamiento o no funcionamiento de la UPM de los Talleres Protegidos**

A partir de analizar las formas de las alianzas sociotécnicas que se generan en torno a la UPM, se definen analíticamente dos dinámicas sociotécnicas (concepto sincrónico) dentro de una misma trayectoria sociotécnica (concepto diacrónico) que explican el desempeño de la UPM de los Talleres Protegidos.

En la primera dinámica (ver gráfico 5), la UPM estabiliza su funcionamiento a partir de la existencia de una primera alianza. En esta alianza, la UPM funciona porque:

- La capacidad instalada de producción de psicofármacos (heredada del EMESTA), sumada al carácter de ser parte de los Talleres Protegidos de Rehabilitación Psiquiátrica, convierte a la UPM en un proveedor privilegiado de este tipo de medicamentos en relación con los requerimientos de medicamentos de los hospitales Borda y Moyano.
- En segundo lugar, la necesidad por parte de la UPM de ampliar sus niveles de producción mediante la diversificación de productos (dada la restricción impuesta por la ANMAT para la colocación de su producción a nivel nacional), junto con la necesidad de la Red para la Atención de la Tuberculosis de encontrar un proveedor confiable de tuberculostáticos, configura una nueva forma de funcionamiento de la UPM. A partir de la capacidad técnica del laboratorio se producen tres medicamentos (etambutol clorhidrato, isoniazida y pirazinamida) de los cuales se tenía la fórmula y se desarrollan dos productos nuevos para el tratamiento de tuberculosis multirresistentes que no estarían disponibles en la Argentina, excepto vía importación (P-amino salicilato de sodio y etionamida). La UPM logra proveer de tuberculostáticos a la Red con un costo 60% menor al precio de mercado.
- Por otro lado, la actual capacidad para la producción de tuberculostáticos (medicamentos considerados huérfanos o cuasi huérfanos) genera un fenómeno singular: para la ANMAT, la UPM funciona como medio para viabilizar existencias de tuberculostáticos para

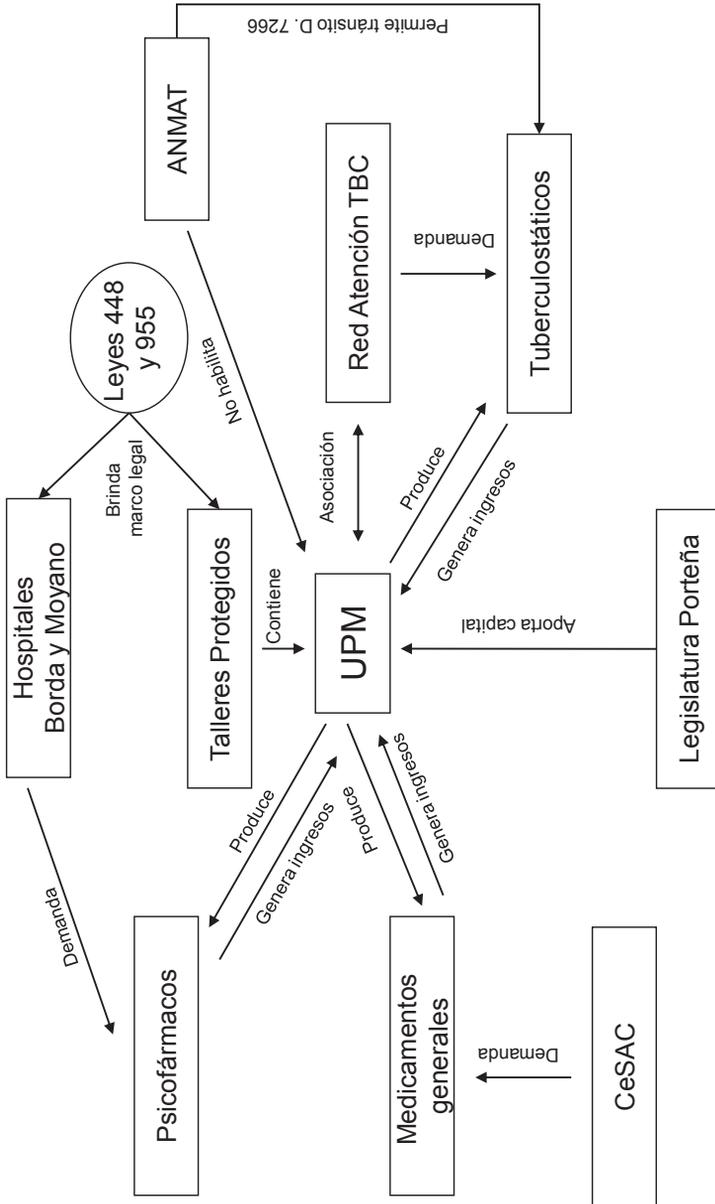
el sistema de salud público, pero no funciona como proveedor nacional para la totalidad de su producción.

- En cuarto lugar, la UPM también aparece ante los ojos de la legislatura porteña como solución ante la crisis presupuestaria producida durante la crisis económica de 2001-2002 como medio para proveer de medicamentos de bajo costo y, en este sentido, le asigna funcionamiento en la medida que la dota de capital. Esa donación permitió que la UPM produjera medicamentos generales y esta producción permite la vinculación de la UPM con los CeSAC.

En resumen, la primera forma de funcionamiento nos muestra que los distintos actores asignan “funcionamiento” a la UPM, pero ese “funcionamiento” implica distintos significados.

Para los hospitales Borda y Moyano, la UPM es su “proveedor natural” de psicofármacos; para la Red para la Atención de la Tuberculosis de la Ciudad de Buenos Aires, la UPM es un socio estratégico en el sentido que desarrolla y produce medicamentos para el tratamiento de la tuberculosis no disponibles en la Argentina con un ahorro del 60%; para la Legislatura de la Ciudad, la UPM es una solución para la provisión de medicamentos básicos dado que el costo de producción es muy inferior al costo de adquisición de mercado; finalmente, para la ANMAT, la UPM funciona como proveedor de medicamentos huérfanos, pero no como proveedor de otros tipos de medicamentos.

Gráfico 5. Conformación de la primera alianza sociotécnica (1992-2007/08)



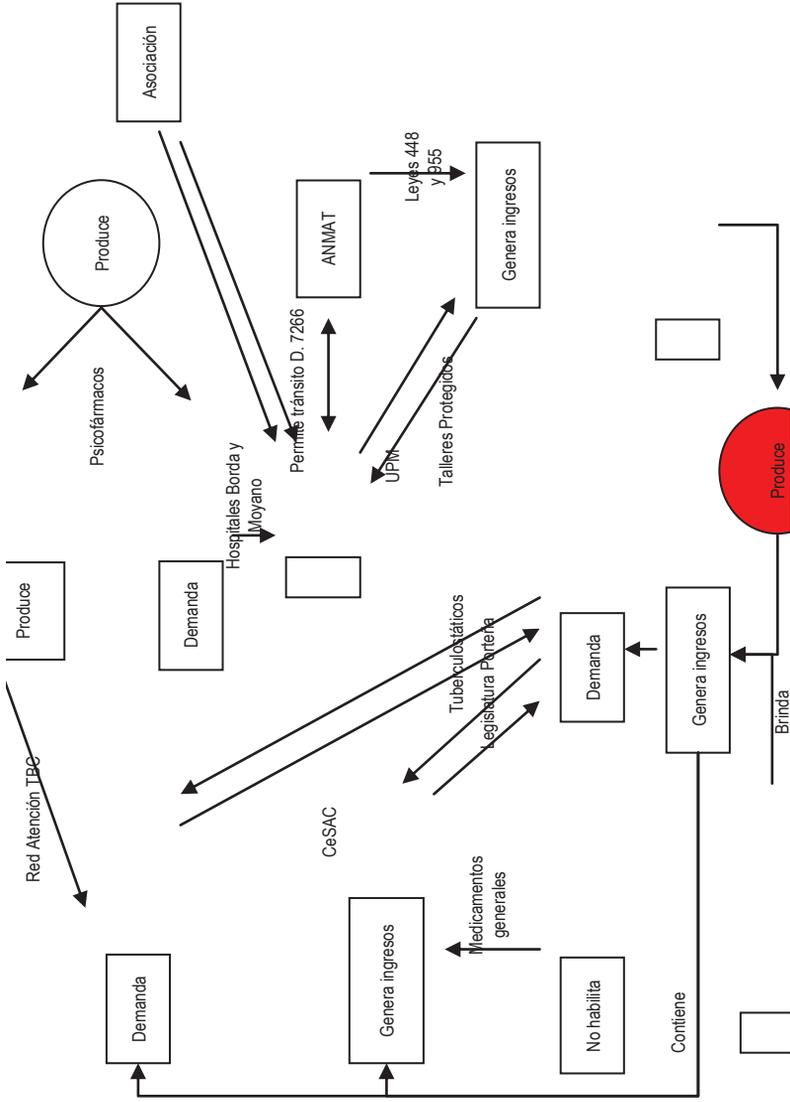
Sin embargo, con la aprobación de la Ley N° 2095 por la legislatura porteña, se genera un nuevo componente de la red sociotécnica que construye no funcionamiento de la UPM y modifica las vinculaciones que dan forma a la alianza. Así, la segunda dinámica sociotécnica tiene a la Ley N° 2095 en asociación con el Ministerio de Salud de la Ciudad como generadora de un espacio de acción para un nuevo actor: PROGEN.

La nueva ley restringe las posibilidades de adquisición de medicamentos a la UPM por parte de los hospitales Borda y Moyano y los CeSAC, es decir, construye el no funcionamiento de la UPM como proveedor de psicofármacos y medicamentos generales. Por otro lado, cabe notar que la ley, a la vez que construye no funcionamiento de la UPM como proveedor de psicofármacos y medicamentos generales, sí construye funcionamiento de PROGEN como proveedor de dichos medicamentos.

Ahora bien, la ley no logra construir no funcionamiento de la UPM en cuanto proveedor de tuberculostáticos dado que, como hemos señalado anteriormente, estos medicamentos tienen un conjunto de atributos propios que los vuelven diferentes de los otros medicamentos producidos por la UPM. En otras palabras, los tuberculostáticos ejercen un tipo de agencia que permite que la UPM funcione para la Red para la Atención de la Tuberculosis.

Esto se vuelve de especial importancia a la hora de decidir qué nuevas líneas de productos llevar adelante. Es en ese sentido, es dable pensar que nuevos productos generales o psicofármacos no prosperarán más allá de la etapa de desarrollo, excepto por alguna causa específica o extraordinaria (esto explica por qué no se le solicita ibuprofeno 400 y paracetamol 500). Pero sí es posible pensar que, en la medida en que la UPM no logre habilitación de la ANMAT para toda su producción, debería dedicarse a desarrollo de tuberculostáticos como lo hace actualmente con la rifampicina.

Gráfico 6. La nueva ley de compras y el quiebre de la primera alianza (2008-2011)



## Conclusiones

El presente artículo ha tratado de mostrar una forma alternativa para entender procesos de funcionamiento/no funcionamiento de una tecnología organizacional como es la unidad productora de medicamentos de los Talleres Protegidos de la Ciudad de Buenos Aires.

A diferencia de un análisis tradicional, que involucraría observar solamente las líneas de producción, la matriz de costos y los canales de comercialización de sus productos con la finalidad de medir eficacia y eficiencia, se ha buscado demostrar que:

1) el funcionamiento/no funcionamiento depende de un conjunto heterogéneo de actores y actantes que se vinculan en forma parcialmente planificada con niveles significativos de contingencia a los fines de configurar alianzas a favor y en contra de ciertas tecnologías, en este caso, el funcionamiento de la UPM de los Talleres Protegidos muestra dos momentos:

a) en el primer momento, la alianza construida en torno a la UPM construye su funcionamiento “ampliado”,

b) en un segundo momento, la alianza que construye el funcionamiento de la UPM se enfrenta a otra que construye su no funcionamiento, en el mismo momento que refuerza a PROGEM como actor central de la política pública de adquisición de medicamentos de la Ciudad de Buenos Aires;

2) las normas y regulaciones operan en diferentes niveles, es decir, afectan el funcionamiento de diferentes tecnologías a partir de posibilitar el surgimiento y la acción de nuevos actores, en este análisis, la Ley N° 2095 configura las condiciones de posibilidad; y

3) los materiales (en este caso los medicamentos) tienen agencia y operan sobre la conformación de alianzas que permiten a una tecnología organizacional funcionar o no y, por lo tanto, la elección de qué producir o no debería contemplar cómo lo que se produce se vincula en redes heterogéneas más amplias y cómo esto permite que cierta forma de producir (en este caso la producción pública) se establezca.

En materia de política pública de producción de medicamentos, podríamos decir que la política no solo es generada por los órganos de gobierno y legislativos, sino también por el accionar de las personas que dirigen las UPM, pero también de la agencia que ejercen los materiales. Así, la política pública no es solo el ejercicio de una voluntad vertical y centralizada, sino

más bien el resultado de la alineación y coordinación de un conjunto heterogéneo de elementos que se vinculan horizontalmente y que permiten que esa política se consolide o sea efímera.

Por último, cabe mencionar que la elaboración de especialidades medicinales en laboratorios estatales, a partir de principios activos e insumos disponibles en el mercado nacional y extranjero, constituye una propuesta alternativa. No solo significa encarar un proceso de sustitución de importaciones, lo cual provee autonomía en materia de productos sensibles para la salud y el bienestar social, sino que además permite iniciar un proceso en el que el medicamento sea reconocido como un bien social y un derecho sustraído de la lógica que mercantiliza la salud.

Un sistema nacional de laboratorios públicos productores de medicamentos, además de configurarse como un complemento de primer orden para la provisión de servicios de salud en la Argentina, podría ser una plataforma estratégica para el país en lo que respecta al desarrollo científico y tecnológico ya que promueve la utilización de infraestructura instalada, la independencia tecnológica y el empleo y la mayor captación de recursos humanos altamente calificados formados en el país.

## Bibliografía

- Apella, I. (2006). "Acceso a medicamentos y producción pública: el caso argentino", *Nuevos Documentos Cedes*, n° 26, Buenos Aires, CEDES, 28.
- Bijker, W. (1995). *Of bicycles, bakelites and bulbs. Toward a theory of sociotechnical change*, Cambridge: The MIT Press.
- Callon, M. (1992). "The dynamics of tecno-economic networks", en Coombs, R.; Saviotti, P. y Walsh, V., *Technological changes and company strategies: Economical and sociological perspectives*, Londres: Harcourt Brace Jovanovich Publishers, 72-102.
- Cátedra Libre de Derechos Humanos (2005). *Política actual de medicamentos en nuestro país: un análisis del Programa Remediar*, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires. Disponible en: [www.fmed.uba.ar/depto/ddhh/multisectorial/medicamentos.doc](http://www.fmed.uba.ar/depto/ddhh/multisectorial/medicamentos.doc).
- Comisión de Presupuesto, Hacienda, Administración Financiera y Política Tributaria del Concejo Deliberante de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2010). *Reanudación de la Reunión con el Ministerio de Salud de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 10 de noviembre de 2010*, versión taquigráfica.

- Elzen B.; Enserink, B. y Smit, W. (1996). "Socio-technical networks: How a technology studies approach may help to solve problems related to technical change", en *Social Studies of Science*, vol. 26, n° 1, 95-141.
- Fressoli, M. (2011). *Alterando la naturaleza. Hacia una sociología de la clonación en América Latina*, tesis doctoral, defensa abril de 2011.
- González García, G. et al. (Fundación ISALUD) (1999). "El mercado de medicamentos en la Argentina", *Estudios de la Economía Real*, (3), Buenos Aires: Centro de Estudios para la Producción, Secretaría de Industria, Comercio y Minería, Presidencia de la Nación.
- INDEC (2002-2010). "La industria farmacéutica en la Argentina", serie de Información de prensa, Ministerio de Economía, Secretaría de Política Económica, República Argentina.
- Maclaine Pont, P. y Thomas, H. (2009). "¿Cómo fue que el viñedo adquirió importancia? Significados de las vides, calidades de las uvas, y cambio socio-técnico en la producción vinícola de Mendoza", *Apuntes de Investigación*, CECyP, 15, 77-96.
- Pinch, T. y Bijker, W. (1990). "The social construction of facts and artifacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other", en Bijker, W. et al. (eds.), *The social construction of technological systems*, Cambridge: The MIT Press.
- Thomas, H. (1999). *Dinâmica de inovação na Argentina (1970-1995), abertura comercial, crise sistêmica e rearticulação*, tesis doctoral, Universidad Estadual de Campinas.
- Thomas, H. (2008a). "Estructuras cerradas vs. procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico", en Thomas, H. y Buch, A. (coords.), Fressoli, M. y Lalouf, A. (colabs.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Bernal: UNQ-Prometeo, 217-262.
- Thomas, H. (2008b). "En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales", Workshop "Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina", Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) y Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional (IDRC) de Canadá, 24 y 25 de noviembre.
- Thomas, H. y Buch, A. (eds.) (2008). *Actores y artefactos. Sociología de la tecnología*, Bernal: UNQ-Prometeo.

Thomas, H. y Fressoli, M. (2007). “Repensar las tecnologías sociales: de las tecnologías apropiadas a la adecuación socio-técnica”, Congreso Latinoamericano y Caribeño de Ciencias Sociales-50° Aniversario de FLACSO, Quito, 29 de octubre.

Thomas, H. y Fressoli, M. (2009). “En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales”, en Dagnino, R. (org.), *Tecnología social. Ferramenta para construir outra sociedade*, Campinas: Editora Kaco, 113-137.

### **Lista de entrevistas**

1. Raffo, Noemí: directora técnica de la UPM de los Talleres Protegidos de Rehabilitación Psiquiátrica de la Ciudad de Buenos Aires, presidente de Biosidus.
2. Sancineto, Antonio: coordinador de la Red para la Atención de la Tuberculosis de la Ciudad de Buenos Aires.

# Ante la ley. El proceso de coconstrucción de tecnologías, regulaciones y desarrollo local a partir de la producción de biodiésel con aceites vegetales usados (AVU), provincia de Buenos Aires, 2001-2010\*

SANTIAGO GARRIDO\*\*

ALBERTO LALOUF\*\*\*

HERNÁN THOMAS\*\*\*

---

## Introducción

En los últimos diez años, el progresivo aumento de la fabricación de biocombustibles producidos a partir de cultivos comestibles ha desatado un debate global acerca de los efectos negativos de esta actividad. Los

---

\* Este trabajo se integra en un programa de investigación sobre tecnologías para la inclusión social realizado con el apoyo del International Development Research Centre (Ottawa, Canadá. Proyecto N° 105560), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (Proyecto PICT 2008 N° 2115), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Proyecto PIP 2009 N° 2344) y la Universidad Nacional de Quilmes.

\*\* Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina. Becario del CONICET.

\*\*\* Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\*\* Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

críticos argumentan la tendencia a profundizar la concentración de la producción agrícola en monocultivos basados en uso intensivo de capital. Esta situación agrava la desigualdad social en las zonas rurales, lo que resulta en un aumento de la migración rural-urbana y también amenaza la seguridad alimentaria de millones de personas.

Paradójicamente, mientras a escala global arreciaba este debate, el Parlamento argentino aprobó la ley de Biocombustibles (N° 26.093), en cuyo texto se presenta la producción de biocombustibles como una actividad que favorece la solución de los problemas del medio ambiente, la escasez de energía y las desigualdades económicas y sociales.<sup>1</sup> El principal elemento que sustenta esta afirmación se encuentra en el artículo 14 de la ley, que establece la posibilidad de promover y desarrollar las economías locales y las pymes garantizando que al menos el 20% de la demanda total de aceite sería procesado por estos sectores (República Argentina-Poder Legislativo, 2007).

Al margen de estos debates, y antes de que esta ley fuera aprobada, en la provincia de Buenos Aires hubo algunas experiencias alternativas de producción de biodiésel, cuyo principal objetivo era proporcionar soluciones a los problemas sociales y ambientales.

El objetivo de este trabajo es analizar algunas de estas experiencias de producción de biodiésel a partir de aceite vegetal usado (AVU) llevadas a cabo desde el año 2001 en el sur de la provincia de Buenos Aires. Para el análisis, se utiliza un enfoque teórico y metodológico basado en herramientas de la sociología constructivista de la tecnología, que permite realizar una interpretación sistémica de estos procesos.

A partir del enfoque elegido, se apunta a generar respuestas más adecuadas para explicar los procesos en los que se construye la viabilidad, y la inviabilidad, del desarrollo de tecnologías. Esta opción teórico-metodológica se justifica por el hecho de que, en los abordajes empleados usualmente en las ciencias sociales, la relación tecnología-sociedad se presenta bajo la forma de visiones lineales y deterministas en las que se plantea que la dotación tecnológica determina el medio social (determinismo tecnológico) o se considera que las configuraciones sociales determinan el tipo de tecnologías que se desarrollan (determinismo social).

---

1 La ley de biocombustibles sancionada en Brasil en 2005 expresa objetivos similares orientados a la inclusión social al plantear que la producción de biodiésel permite mejorar los niveles de empleo y la renta de los pequeños agricultores. Sin embargo, esta ley ha sido cuestionada por quienes consideran que el modelo y los objetivos de producción fijados en el Programa Nacional de Producción de Biodiésel fortalecen el modelo productivo de gran propiedad y capital intensivo (Almeida, 2007:14-38).

En la práctica, estos abordajes teóricos construyen una separación tajante entre problemas sociales y problemas tecnológicos. Constituyen dos lenguajes diferentes que difícilmente se comunican.

La tensión determinista (determinismo tecnológico versus determinismo social) solo puede superarse empleando abordajes que intenten captar la complejidad de los procesos de cambio tecnológico. En estas propuestas teóricas se evitan las distinciones a priori entre “lo tecnológico”, “lo social”, “lo económico” y “lo científico”, se propone, en cambio, hablar de “lo socio-técnico” (Thomas, 2008).

### **Producción de biodiésel en el sudeste de la provincia de Buenos Aires**

La experimentación con biocombustibles tiene una historia de casi ochenta años en la Argentina. Durante este período, la actividad ha estado vinculada principalmente al desarrollo de combustibles a base de alcohol. La producción de biodiésel, en cambio, no se inició sino hasta finales de la década de 1990.

El biodiésel se produce a través de un proceso de transesterificación combinando aceite vegetal o grasa animal con alcohol en presencia de un catalizador –por ejemplo, soda cáustica–, lo que da como resultado una mezcla de combustible con agua y glicerol. La mezcla se separa por decantación o burbujeo y el glicerol residual puede emplearse como materia prima para diferentes usos industriales.

Los primeros proyectos, anuncios y propuestas legislativas relacionados con la producción de biodiésel surgieron en la Argentina a partir de 1999. En diversas dependencias estatales se publicaron resoluciones y decretos que buscaban dar algún impulso o marco legal a este tipo de actividades.<sup>2</sup>

Paralelamente, las experiencias de producción de biodiésel se iban multiplicando en diferentes lugares del país. Por otra parte, se realizaron investigaciones sobre la temática en algunas universidades nacionales, como la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, así como en el Instituto de Ingeniería Rural del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

---

2 Estas medidas fueron la Resolución N° 1976/01 de la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, que creó el Programa Nacional de Biocombustibles, el Decreto N° 1396/01 del Poder Ejecutivo, que lanza el Plan de competitividad del combustible biodiésel, y la Resolución N° 129/01 de la Secretaría de Energía, que establecía los requisitos de calidad que debía tener el biodiésel puro (B100) (Scheinkerman de Obschatko y Begenisic, 2006: 29).

Como resultado de estas iniciativas, a comienzos de la década de 2000, el biodiésel se posicionó en la agenda pública y en los medios, especialmente a partir de algunas experiencias desarrolladas en el sur de la provincia de Buenos Aires.

Un pequeño productor de la zona de Tres Arroyos, Mauro Knudsen, había desarrollado un proyecto para hacer funcionar el sistema de riego instalado en la propiedad de su familia utilizando biodiésel producido a partir de aceite de girasol. La caída del precio de la oleaginosa había comprometido la continuidad de la empresa agrícola por lo que Knudsen, que estaba cursando el último año de su formación secundaria en la Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos, se interesó en la posibilidad de fabricar combustible a partir del aceite. Con la ayuda de un profesor de química de la escuela logró producir biodiésel y alcanzó gran notoriedad.<sup>3</sup>

En 2001, Knudsen se convirtió en uno de los principales impulsores del proyecto de construcción de una gran planta productora de biodiésel a cargo de un consorcio formado por los municipios de Tres Arroyos, Benito Juárez, San Cayetano y Gonzáles Chaves. El proyecto avanzó al punto de obtener el compromiso de apoyo financiero del gobierno de la provincia de Buenos Aires y generar el interés de diversas dependencias del Estado nacional.<sup>4</sup> Sin embargo, la profunda crisis económica desatada a finales de ese año, y su particular impacto en la provincia de Buenos Aires, dio por tierra con el proyecto antes de comenzar las actividades.

A pesar del abandono del proyecto, la producción de biodiésel continuó llevándose a cabo en esta región en el marco de diferentes proyectos y experiencias. En algunas de ellas se fabricó combustible a partir de aceite vegetal usado y fueron pioneras en el uso de esta materia prima.

## La Planta Artesanal de la Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos

La Escuela Agropecuaria de Tres Arroyos (EATA) es un establecimiento de gestión privada fundado en el año 1983 por la Asociación Pro Enseñanza Agropecuaria de Tres Arroyos, una asociación civil sin fines de lucro

---

3 El impacto fue tal que el ingeniero Héctor Huergo, director del suplemento rural de uno de los diarios de mayor tirada en la Argentina, le dedicó dos columnas en el mes de febrero. En una de ellas denominó incluso a la situación como el “show del biodiésel” (Huergo, 2001a; 2001b).

4 La planta que se pretendía instalar hubiera sido la primera del país, con una producción prevista de 40 millones de litros de biodiésel por año. La inversión comprometida por el gobierno provincial ascendía a 9 millones de dólares (Huergo, 2001b).

formada por productores agropecuarios, profesionales y empresarios de la zona. Su creación respondió a la necesidad de contar con una institución de educación técnica local con especialización agrícola.

En la década de 1990, la EATA firmó un acuerdo con la Dirección General de Escuelas de la Provincia por el cual recibiría alumnos que finalizaban su educación primaria en las escuelas rurales de las inmediaciones. De este modo, los niños tenían la posibilidad de continuar sus estudios secundarios en la EATA.

Para asistir a clases, los alumnos eran trasladados desde sus hogares en dos colectivos de la EATA y otros cinco vehículos que recorrían casi 2000 kilómetros diarios.

En el año 2002, el gobierno provincial dejó de enviar recursos para financiar el servicio de transporte escolar, lo que hizo imposible sostener el traslado de estos alumnos hasta la EATA. Frente a la dificultad, algunos docentes y personas vinculadas a la escuela decidieron producir biodiésel para abastecer los colectivos. Entre las personas involucradas en el proyecto estaba el ya mencionado Mauro Knudsen, quien había sido incorporado al cuerpo docente de la EATA.

A diferencia del caso de Knudsen, en la EATA se decidió no emplear como materia prima semillas oleaginosas. Como este producto debía adquirirse, no significaba más que un traslado del problema derivado de la falta de fondos, de modo que implementaron como alternativa el empleo de aceites vegetales usados (AVU).

El aceite era recolectado inicialmente entre las familias vinculadas con la EATA, pero al poco tiempo, la red de recolección se extendió incorporando a otros vecinos y comerciantes de Tres Arroyos. A medida que el proyecto cobraba notoriedad, se fueron incorporando nuevos socios.

A mediados de 2002, la escuela firmó un acuerdo con la Cooperativa Obrera de Bahía Blanca por el que la EATA recibía el aceite desechado proveniente de los locales del patio de comidas del Bahía Blanca Plaza Shopping y las rotiserías de todas sus sucursales. A cambio del aceite, la Cooperativa Obrera recibía una cantidad proporcional de biodiésel que podía utilizar en su flota de vehículos. Hasta ese momento, el biodiésel era producido de forma experimental, utilizando una serie de tambores de 200 litros para el proceso, y usado exclusivamente para el transporte de los alumnos.

Con el aumento de la disponibilidad de materia prima, las autoridades de la EATA resolvieron encarar la construcción de lo que sería, en definitiva, la Planta Artesanal. El proyecto era construir una planta con capacidad para producir 600 litros diarios. La planta se inauguró en septiembre de

2003 con reformas financiadas con un subsidio de \$50.000 del Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción de la provincia de Buenos Aires.

Las autoridades de la EATA apuntaban a generar dinámicas de aprendizaje entre sus alumnos, desarrollar conciencia ambiental y generar combustible para el autoconsumo y la experimentación. La planta estaba ubicada en el predio de la EATA, en las afueras de la ciudad de Tres Arroyos, y era operada por empleados de la escuela. Los alumnos solo tenían acceso al área de laboratorio, que fue construido con el subsidio provincial.

Los tanques de secado, lavado y disposición final del biodiésel de la planta fueron construidos a partir del reciclado de material donado por productores de la zona. Incluso pudieron recuperar y poner en operación un surtidor de combustible.

El reactor original contaba con un pequeño tanque auxiliar en el que se mezclaba el metanol con el catalizador para producir lo que se denomina metóxido. El proceso de transesterificación se producía en el tanque principal del reactor, con capacidad de 300 litros, que contaba con un sistema de paletas para mezclar el aceite con el metóxido.

La materia prima era sometida a un secado para eliminar los restos de agua que pudiera traer del freído. Este proceso era realizado con un quemador con fuego directo sobre el tanque de secado. El aceite caliente era enviado luego al tanque principal del reactor.

El biodiésel producido era luego lavado mediante un sistema de burbujeo con aire a presión para separar el agua con glicerol del combustible. El producto pasaba entonces al secador para eliminar los restos de agua.

A medida que hubo mayor disponibilidad de materia prima, el nivel de producción de la planta fue aumentando y, además de abastecer los transportes escolares, el combustible comenzó a usarse también en tractores y maquinarias agrícolas.

En mayo de 2004, la Municipalidad de Bahía Blanca y la EATA firmaron un acuerdo, semejante al establecido con la Cooperativa Obrera, por el que la Municipalidad suministraba aceite usado a cambio de combustible para sus vehículos oficiales.

En este caso, el municipio lanzó un Proyecto de Recolección de Aceite Usado (PRACU) y, como parte de él, construyó un centro de acopio municipal. Poco después, la EATA firmó un convenio similar con la municipalidad de Necochea.

Más tarde, la EATA comenzó a proveer biocombustible a la Cooperativa Eléctrica de Tres Arroyos (CELTA) para sus camionetas. En el año 2006, se estableció un convenio con el Comando Antártico Argentino para probar en la Antártida el rendimiento del biodiésel producido en la EATA.

En lo que refiere a los subproductos y residuos del proceso, durante la primera etapa del proyecto, el glicerol fue utilizado para actividades educativas desarrolladas en la escuela. Los alumnos del establecimiento lo aprovecharon para la fabricación de jabones y velas que, en algunos casos, eran vendidos con otros productos elaborados en la escuela (miel, lácteos y dulces artesanales).

Para lograr un proceso productivo de residuo cero, los responsables de la EATA empleaban los restos orgánicos obtenidos del filtrado del AVU en un proyecto de lombricultura. Asimismo, utilizaron como catalizador hidróxido de potasio –en lugar de soda cáustica– para aprovechar el agua resultante del lavado. Agregando ácido fosfórico durante la primera etapa de lavado para eliminar el glicerol, el efluente no requiere más tratamiento y el agua podía usarse para riego (Fosque, 2010).

La iniciativa de la EATA había alcanzado cierto nivel de desarrollo y su ejemplo animó la realización de experiencias similares. En mayo de 2005, el municipio de Necochea canceló su convenio con la EATA para encarar un proyecto propio con la instalación de una planta piloto dentro del partido de Necochea.

### Experiencia de la Planta Municipal de la Escuela Agropecuaria de Ramón Santamarina (partido de Necochea)

Ramón Santamarina es una localidad rural, ubicada a 65 kilómetros de Necochea, que conoció momentos de esplendor cuando tenía una estación de la línea del Ferrocarril Sud que, desde Estación La Dulce (Nicanor Olivera), pasaba por Santamarina, Energía, Orense y Cristiano Muerto. En 1940, el pueblo tenía 3800 habitantes, pero el cierre de la estación ferroviaria en 1961 favoreció un proceso de despoblamiento creciente.

Desde entonces, algunos de los problemas comunes a este tipo de localidades –escasez de empleo, caída de las expectativas sociales o dificultades de comunicación– afectaron Ramón Santamarina y estimularon la migración de la población joven a los centros urbanos de Necochea y Quequén.<sup>5</sup>

En el año 1987 se inauguró la primera escuela secundaria del pueblo, que fue convertida en Escuela Agropecuaria en 1992. Esta institución es la única en su tipo en el partido y recibe alumnos de la localidad, de la población rural de los alrededores y también de los suburbios de Quequén

---

5 Según el Censo Nacional de 2001, la población de Ramón Santamarina era de 473 habitantes, lo que implica una caída del 22% respecto al censo de 1991 (INDEC, 2001).

y Necochea. Actualmente, asisten a la escuela cerca de 230 alumnos, de los cuales 40 pernoctan en el establecimiento.<sup>6</sup>

En la medida en que las autoridades municipales de Necochea consideraban que el sostén del establecimiento resultaba fundamental para mantener con vida al pueblo, tras haber participado de la experiencia con la EATA de Tres Arroyos se propusieron desarrollar un proyecto similar en la Escuela Agropecuaria de Ramón Santamarina contemplando la instalación de una planta de biodiésel y un sistema de recolección de aceite usado. El proyecto presentaba algunos elementos coincidentes con el de la EATA, pero a lo largo de su desarrollo incorporó algunas particularidades.

El modelo aplicado en Necochea para recolectar AVU ya estaba en funcionamiento por el convenio vigente entre la Municipalidad y la EATA. La recolección y el traslado del aceite eran realizados con un móvil que utilizaba biodiésel puro.

En 2005, el municipio aprobó la creación de un Registro Municipal de Proveedores de AVU para controlar los comercios e industrias que entregaban el aceite. Los comerciantes recibían un calco de adhesión al programa que certificaba la calidad del aceite utilizado y un certificado de disposición final del AVU (HCD de Necochea, 2005). Con este sistema, el municipio comenzó a recolectar un promedio de 2000 litros mensuales entre marzo y diciembre, cifra que ascendía a 10.000 litros en enero y febrero, cuando la Villa Díaz Vélez, sobre la costa del mar, recibía el turismo estival (Issin, 2010).

Asimismo, la planta comenzó a recibir 2000 litros de aceite puro de oleaginosas de la planta de la firma Cargill ubicada en la zona de Quequén. Este volumen fue aportado durante un tiempo limitado.

Después de rescindir el convenio con la EATA, las autoridades de Necochea decidieron utilizar un subsidio de \$45.000 otorgado por el Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET) a proyectos educativos comunitarios con fines ambientales para instalar la planta de biodiésel en la Escuela Agropecuaria de Ramón Santamarina.

Se firmó un convenio con la Asociación Cooperadora de la escuela, que establecía los alcances de la iniciativa y los aportes que iba a realizar cada una de las partes. El municipio aportaba los fondos del subsidio, se encargaba de la recolección y traslado del AVU y de la compra de los insumos necesarios (metanol y soda cáustica). La Escuela sería responsable

---

6 Hasta 1987 el pueblo no contaba con una escuela secundaria. Quienes deseaban continuar sus estudios debían trasladarse en camionetas hasta una escuela parroquial de gestión privada ubicada en La Dulce. Sin embargo, eran muchos los que simplemente no cursaban estudios secundarios.

por el diseño, instalación, operación y mantenimiento de la planta, que se convertiría en una sección más del establecimiento.

El subsecretario de Producción municipal y uno de los profesores de la escuela visitaron la planta de la EATA para conocer su modo de operación. A su regreso decidieron construir la planta de Ramón Santamarina con recursos humanos y tecnológicos propios y comprar el módulo de secado de aceite y el reactor.

Mediante una búsqueda por Internet identificaron a un fabricante y compraron ambos equipos por un valor cercano a los \$25.000. Los artefactos contaban con un sistema de resistencia eléctrica para calentar el aceite en ambos procesos.

Por su parte, la construcción del módulo de filtrado fue encargada a un taller metalúrgico de Necochea. Para acopiar el aceite, adaptaron un tanque viejo que era utilizado para almacenar fertilizante líquido y para el depósito de biodiésel, reciclaron el tanque de una estación de servicio en desuso. En esta primera etapa, incorporaron también un sistema de bombas y cañerías e instalaron un viejo surtidor reacondicionado.

Al comenzar la experiencia, el biodiésel producido no era lavado, sino que se lo dejaba decantar una semana para separar bien el glicerol. Sin embargo, un año después, el motor de la camioneta municipal con la que se recolectaba el AVU, y que utilizaba biodiésel puro como combustible, se dañó por la acción de los restos de glicerol y agua. Frente a este problema, los responsables de la planta plantearon a las autoridades municipales la necesidad de instalar un módulo de lavado y secado del combustible.

El equipo fue diseñado por personal responsable de la planta y construido en un taller metalúrgico local, que pertenecía al padre de uno de los alumnos de la escuela, por un costo cercano a los \$8.000, monto que fue financiado por la Municipalidad.

Uno de los elementos innovadores que presentaba la planta de Ramón Santamarina era su sistema de filtrado. Los responsables de su instalación y operación observaron que los residuos sólidos mezclados en el AVU –restos de comida, como pan rallado– se depositaban en el fondo de las bateas cuando absorbían agua. Por este motivo, comenzaron a agregar agua al aceite, luego decantaban la mezcla y realizaban el filtrado con mallas más finas (Teodori, 2010).

De acuerdo con el convenio firmado por la Cooperadora de la Escuela Agropecuaria y el Municipio de Necochea, el biodiésel producido en la planta iba a ser repartido por partes iguales. Inicialmente, la municipalidad utilizó el biocombustible que le correspondía para el abastecimiento de la flota municipal (70 unidades) en porcentajes que iban del 50% al

100%, pero en la medida en que la experiencia avanzaba, comenzaron a experimentar con otros usos, como la calefacción del aeródromo de Necochea y de algunos establecimientos educativos del partido. En 2007, el municipio estableció un acuerdo con la compañía de transporte urbano de Necochea para experimentar en dos móviles el uso de combustible con un 20% de biodiésel.

En el caso de la aceitera Cargill, la distribución del biodiésel fue en tercios: uno para la empresa, uno para el municipio y otro para la escuela. El porcentaje que le correspondía a Cargill era donado por la empresa a los bomberos voluntarios de Necochea, que lo utilizaban en sus móviles con un corte aproximado del 15%.

Con respecto a los residuos y subproductos del proceso, como en el caso de la EATA, los restos sólidos eran utilizados en la Escuela Agropecuaria para un criadero de lombrices californianas. En cambio, el glicerol era vendido como materia prima a una empresa de Necochea. El único residuo que no lograron aprovechar fue el agua, que era tratada como efluente industrial.

Si bien el municipio de Necochea hizo un aprovechamiento diverso del combustible, la disponibilidad de biodiésel tuvo una incidencia mayor en la dinámica socioeconómica de Ramón Santamarina.

El surtidor de la escuela se convirtió en la única boca de expendio de cualquier tipo de combustible de la localidad. La Cooperadora dispuso que el biodiésel fuera vendido a los vecinos del pueblo a un precio muy inferior al de cualquier otro combustible. El biodiésel era utilizado para abastecer camionetas, tractores y bombas así como para calefaccionar los hogares.

La delegación municipal local dejó así de depender del suministro periódico de gasoil desde Necochea, que a veces llegaba en escaso volumen, y abasteció con el biodiésel los vehículos empleados para la recolección de residuos y el mantenimiento de las calles y del acceso al pueblo (un camino de tierra de 33 kilómetros hasta la Ruta Nacional N° 228). La disponibilidad local de combustible permitió mejorar sustancialmente ambos servicios.

Con el dinero recaudado de la venta del biodiésel, la cooperadora escolar sostenía también una producción a mediana escala con gallinas ponedoras, pollos parrilleros, cerdos y productos de quinta. Lo producido permitía abastecer el comedor de la escuela y generar un excedente que se vendía entre los alumnos y a la comunidad (Teodori, 2010).

En los dos casos relatados, es posible identificar los diferentes elementos vinculados a una experiencia de desarrollo tecnológico y los cambios producidos tanto en la comunidad sede de la iniciativa como en las características particulares de la tecnología desarrollada. En las interpretaciones

deterministas tecnológicas o sociales, este fenómeno sería presentado explicando los cambios ocurridos en las poblaciones como el resultado de la implementación de la experiencia –en el primer caso– o justificando la viabilidad de la producción de biodiésel a partir de la articulación de los actores involucrados en el proceso –en el segundo.

Utilizando cualquiera de los dos enfoques, se habrían simplificado los procesos de determinación recíproca que se produjeron a lo largo del desarrollo de las experiencias. A partir del reconocimiento de la heterogeneidad intrínseca de los elementos involucrados y evitando establecer a priori tanto una distinción entre factores técnicos y sociales como una relación de subordinación de unos a otros, es posible construir una explicación más adecuada de los hechos.

### **Traectoria sociotécnica de la producción de biodiésel a partir de AVU en el sur de la provincia de Buenos Aires**

Con los datos presentados hasta el momento, es posible iniciar la reconstrucción de la trayectoria sociotécnica<sup>7</sup> de las iniciativas de producción de biodiésel en el sur de la provincia de Buenos Aires identificando los distintos elementos que fueron articulándose para otorgar sustento y viabilidad a las experiencias.

El resultado de este proceso de articulación puede interpretarse como la conformación de alianzas sociotécnicas.<sup>8</sup> El análisis de los cambios en la estructura y de la estabilidad de las alianzas permite explicar el modo

---

7 Una trayectoria sociotécnica (Thomas, 1999) es un proceso de coevolución de productos, procesos productivos y organizaciones, e instituciones, relaciones usuario-productor, relaciones problema-solución, procesos de construcción de “funcionamiento” de una tecnología, racionalidades, políticas y estrategias de un actor (firma, institución de I + D, universidades, etcétera). Este concepto –de naturaleza eminentemente diacrónica– permite ordenar relaciones causales entre elementos heterogéneos en secuencias temporales (Thomas *et al.*, 2003). La reconstrucción de trayectorias sociotécnicas locales permite superar las limitaciones de enfoques que relacionan, de forma descriptiva y estática, los “fenómenos” con sus “entornos” (como es usual en numerosas formas de análisis deterministas sociales de la tecnología) y evitar, al mismo tiempo, la realización de “saltos micro-macro” en el análisis.

8 Una alianza sociotécnica es una coalición de elementos heterogéneos implicados en el proceso de construcción de funcionamiento o no funcionamiento de un artefacto o una tecnología. Es el resultado de un movimiento de alineamiento y coordinación de artefactos, ideologías, regulaciones, conocimientos, instituciones, actores sociales, recursos económicos, condiciones ambientales, materiales, etcétera, que viabilizan o impiden la estabilización de la adecuación sociotécnica de un artefacto o una tecnología y la asignación de sentido de funcionamiento. En la medida que las acciones de

en que, en la continuidad de la trayectoria, los artefactos, los actores y sus relaciones se fueron transformando recíprocamente.

En principio, es posible identificar una primera fase de la trayectoria de la producción de biodiésel a partir de AVU en el sur de la provincia de Buenos Aires.

### Primera Fase: 2001-2006

La emergencia de las experiencias de producción de biodiésel puede explicarse como un proceso de coconstrucción de problemas socioeducativos, políticas públicas y de nuevas relaciones económicas.

La región se caracteriza por ser una zona productora de oleaginosas –principalmente girasol–, particularidad que favoreció la búsqueda de opciones para el aprovechamiento de ese tipo de cultivos.

Desde finales de la década de 1990, algunos productores habían identificado la producción de biodiésel como una solución al problema del costo de los combustibles, que además ofrecía una alternativa para incorporar valor agregado a su producción. El vínculo que tenían estos productores con las escuelas agrotécnicas permite entender por qué frente a un problema similar –falta de fondos para el combustible necesario para trasladar a los alumnos de las escuelas rurales–, se haya pensado en la producción de biodiésel como una solución.

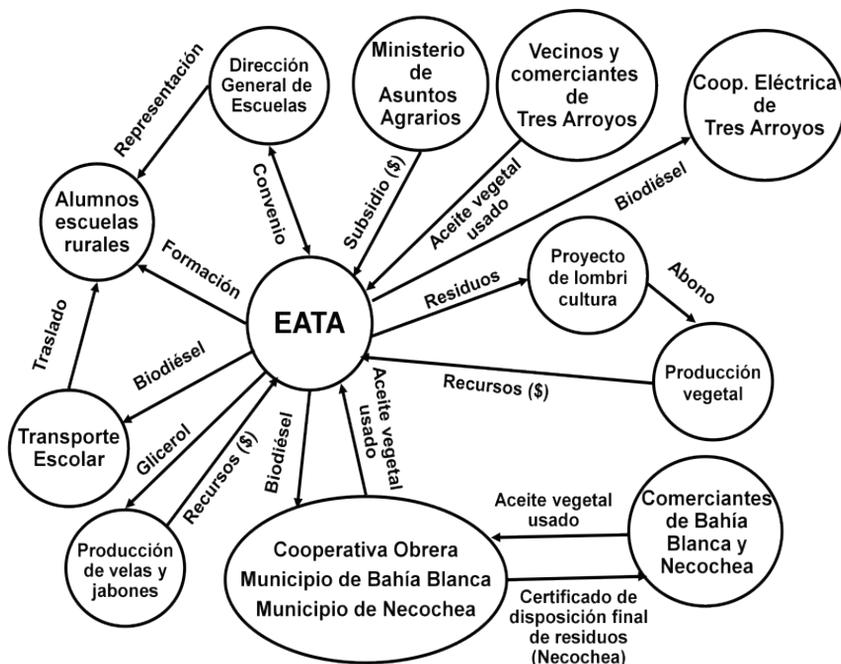
Lo novedoso de la experiencia iniciada por la EATA fue la utilización de aceites vegetales usados que podían obtenerse gratuitamente a través de donaciones. Sin embargo, para lograr la obtención de la materia prima, se requería la constitución de una red social de recolección de AVU. El alineamiento y coordinación de intereses en el proceso de conformación de estas alianzas fue favorecido por la incorporación de objetivos educativos y ambientales a través de la construcción de un problema que vinculaba el sostenimiento de la matrícula y el acceso a la educación con la construcción de la Planta Artesanal y el sistema de donaciones del AVU.

La experiencia se estabilizó y consolidó con la incorporación de nuevos elementos en la alianza, tales como el Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción provincial, algunos municipios, la Cooperativa Obrera de Bahía Blanca y el sistema de retribuciones en combustible (gráfico 1).

---

alineamiento y coordinación se integran en las estrategias de los actores, las alianzas sociotécnicas son, hasta cierto punto, pasibles de planificación (Thomas, 2010).

Gráfico 1. Primera alianza sociotécnica para la producción de biodiésel a partir de AVU en la Escuela Agrotécnica de Tres Arroyos (EATA)

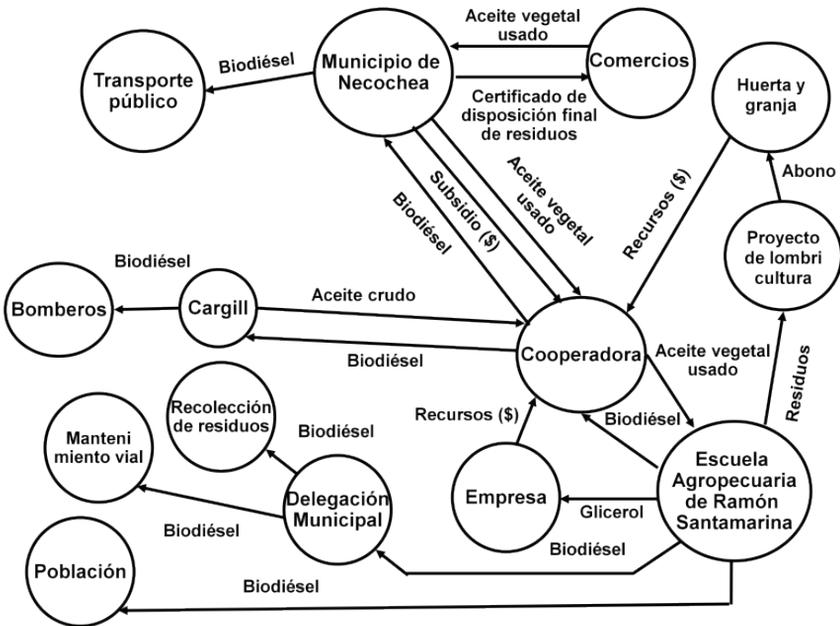


En el caso de la Escuela Agropecuaria de Ramón Santamarina, la participación de las autoridades municipales de Necochea en la experiencia de Tres Arroyos explica, al menos en parte, la identificación de la planta de biodiésel como solución para un problema que entendían similar, con el agregado de la caída de población, la decadencia económica de la localidad y el problema ambiental generado por el vertido de los aceites residuales en sumideros y cloacas en la zona urbana de Necochea.

En el proceso de articulación de la alianza sociotécnica, se observa que las autoridades municipales de Necochea ya contaban con algunos componentes retirados de la alianza de la EATA –aceite vegetal usado, comerciantes, la certificación de disposición final del AVU–, a los que sumaron el acuerdo con la Cooperadora de la escuela. A partir de allí, la alianza fue ampliándose y consolidándose con el alineamiento y coordinación de elementos de toda índole; grandes firmas como Cargill, caminos

de tierra, el cuerpo de bomberos, lombrices y un surtidor muypreciado, entre otros (gráfico 2).

Gráfico 2. Primera alianza sociotécnica para la producción de biodiésel a partir de AVU en la Escuela Agropecuaria de Ramón Santamarina



Asimismo, ambas experiencias permitieron establecer una modalidad inusual en la interacción entre lo urbano y lo rural. En general, la dinámica de las relaciones campo-ciudad se basa en la idea del campo productor de materias primas que se envían a la ciudad, donde se procesan. En muchos casos, estos productos con valor agregado vuelven a la zona rural para su consumo. Las experiencias analizadas producían una inversión de esta ecuación ya que era la ciudad la que producía la materia prima que luego era procesada en el área rural.

Las alianzas sociotécnicas conformadas constituyeron redes amplias. Este sistema de redes permitía generar dinámicas de inclusión social en dos niveles: social y cultural. A nivel social, favorecía la permanencia en

el sistema educativo de niños del ámbito rural o urbano marginal. A nivel cultural, se promovieron dinámicas de integración campo-ciudad.

A partir de 2007, se produjeron cambios significativos en las alianzas con la incorporación de un nuevo elemento en el escenario. La puesta en vigor de la Ley de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles significó un punto de inflexión que marcó el inicio de una nueva fase de la trayectoria sociotécnica.

## Segunda Fase: 2007-2010

Cuando los responsables de las plantas de biodiésel de la EATA y la Escuela Agropecuaria de Ramón Santamarina comenzaron a investigar sobre el tema y a desarrollar sus proyectos, la producción de combustible a partir de aceites vegetales era una actividad casi inédita en el país y existía un vacío legal al respecto. Esta situación se modificó drásticamente a partir de 2006, cuando el Congreso Nacional sancionó la Ley N° 26.093 reglamentada por el Poder Ejecutivo al año siguiente.

En el Decreto Reglamentario se estableció que la autoridad de aplicación, responsable de regular la actividad, sería la Secretaría de Energía de la Nación que, a su vez, fijó condiciones para la habilitación de las plantas elaboradoras de biocombustibles similares a las de la producción de hidrocarburos (Secretaría de Energía, 2010).

A partir de la sanción de la ley, se multiplicaron los proyectos de gran escala basados en el empleo de aceite crudo, diseñados para aprovechar las oportunidades que brindaba la legislación.

Mientras tanto, en el sur de la provincia de Buenos Aires, la entrada en vigencia de la normativa inhabilitó la operación de las plantas de Tres Arroyos y Ramón Santamarina porque sus diseños y equipamiento no se ajustaban a los cánones de seguridad reglamentarios. Frente al nuevo escenario, los actores desplegaron estrategias diversas con resultados dispares.

Es el caso de la EATA, en 2007 realizó un convenio de consultoría con la firma CTI Solari y Asociados. Entre las condiciones del acuerdo, la empresa le facilitó a la escuela un nuevo reactor con capacidad de 1500 litros para ser probado en la planta. De este modo, la consultora obtenía información acerca de la operación del equipo para realizar asesorías a otros clientes. Además, el apoyo de esta empresa permitió a los responsables de la planta costear nuevos análisis de calidad del biodiésel producido.

Paralelamente, las autoridades de la EATA decidieron hacer las reformas necesarias para cumplir con la normativa impuesta por la Secretaría de Energía de la Nación. Esta tarea implicaba una fuerte inversión que pudo

ser afrontada gracias a un subsidio de \$50.000 de la Municipalidad de Tres Arroyos. Con estos fondos se financió la compra de una caldera y se instaló un sistema de calefacción centralizado con fluido térmico para reemplazar el sistema de calentamiento directo con quemadores. Estas reformas, que fueron hechas durante 2009, implicaron que la planta estuviera inactiva durante seis meses.

Hubo además dos cambios significativos que afectaron las características originales de esta experiencia. Por un lado, el gobierno provincial dejó sin efecto el convenio entre la EATA y la Dirección General de Escuelas; consecuentemente, se dejó de utilizar el biodiésel en los colectivos que transportaban a los alumnos de las zonas rurales vecinas.

Por otro lado, las autoridades de la EATA decidieron utilizar parte del combustible producido para calefaccionar el establecimiento con un nuevo sistema compuesto por tres turbinas diésel que reemplazaron la instalación existente, que funcionaba con gas licuado.

De este modo, las restricciones que impuso la nueva regulación a la distribución de biodiésel a terceros (en realidad, limitaba la posibilidad de venta), la caída de la producción por el paro de la planta durante las reformas y la decisión de aumentar el volumen de biodiésel utilizado por la propia escuela convirtieron este proyecto en una experiencia de autoconsumo.

En el caso de la planta de Ramón Santamarina, la situación fue diferente. Cuando a comienzos de 2007 entró en vigencia la nueva normativa, los responsables de la experiencia iniciaron gestiones para poder hacer los ajustes necesarios para mantenerla en operación. Al analizar el diseño a la luz de las exigencias legales, constataron que las reformas necesarias eran significativas; debido a la norma, la planta de la Escuela Agropecuaria se transformó en una instalación deficiente. El uso de sistemas de calentamiento por resistencia eléctrica –como los que contaban el reactor y el módulo de secado– no estaba permitido y se exigía el empleo de bombas y cañerías antiexplosivas.

Los responsables de la planta iniciaron gestiones con el municipio para evaluar en conjunto los pasos a seguir sin obtener una respuesta positiva. Frente a esta circunstancia, resolvieron detener la producción. La última carga de los reactores se efectuó en abril de 2009.

Desde ese momento, la planta permanece cerrada. El Municipio de Necochea continúa con el programa de recolección y acopia el aceite en galpones hasta que la situación se resuelva. También hay bidones de aceite acumulados en el predio donde funcionaba la planta, lo que genera un problema de contaminación inesperado en el pueblo.

Todos los actores involucrados en la experiencia están convencidos de que la planta debe volver a operar, pero hasta el momento no lograron articular una estrategia conjunta para hacerlo. La participación del municipio en la experiencia limita las posibilidades de la cooperativa escolar de conseguir recursos. La empresa aceitera Nidera, por ejemplo, estuvo interesada en financiar la reforma que necesita la planta para ser habilitada, pero esta posibilidad se frustró porque los responsables de la empresa consideraron que, como la planta era propiedad del municipio, era este el que debía hacerse cargo (Gutiérrez Valencia, 2010).

De este modo, la combinación de la nueva normativa legal con las características técnicas de la planta y la forma en que se estructuró la experiencia en Necochea construyó un proceso de no funcionamiento de la producción de biodiésel a partir de AVU en Ramón Santamarina.

Esta situación y la experimentada en la EATA durante esta Segunda Fase de la trayectoria sociotécnica pueden explicarse por las transformaciones en las alianzas sociotécnicas.

Durante la Primera Fase, en cada iniciativa se conformaron alianzas sociotécnicas amplias que articulaban elementos heterogéneos en relaciones dinámicas. Estas alianzas podían representarse como redes sociotécnicas en las que circulaban intereses, relaciones sociales, capital simbólico y productos. La circulación de elementos era simétrica y multidireccional. Las plantas recibían aceite usado de diferente origen, insumos, recursos financieros y, al mismo tiempo, generaban biodiésel, subproductos, posibilidades de desarrollo local y publicidad en favor de los socios. Los cambios en el escenario producidos a partir de 2007 favorecieron una redefinición de las alianzas y una reestructuración –o desarticulación– de las relaciones entre sus componentes.

En el caso de la EATA, durante la Primera Fase, una buena parte de los componentes de la alianza sociotécnica estuvieron vinculados a la recolección y entrega de AVU. Los convenios con la Municipalidad de Bahía Blanca y la Cooperativa Obrera siguieron vigentes, por lo que continuaron aportando el AVU para procesar, y la red de donantes locales continuó funcionando sin cambios.

La rescisión del convenio por parte del municipio de Necochea no derivó en una gran alteración de la estabilidad de la alianza. Las transformaciones más significativas ocurrieron tras otros cambios en los acuerdos interinstitucionales y en los criterios de utilización del biodiésel producido.

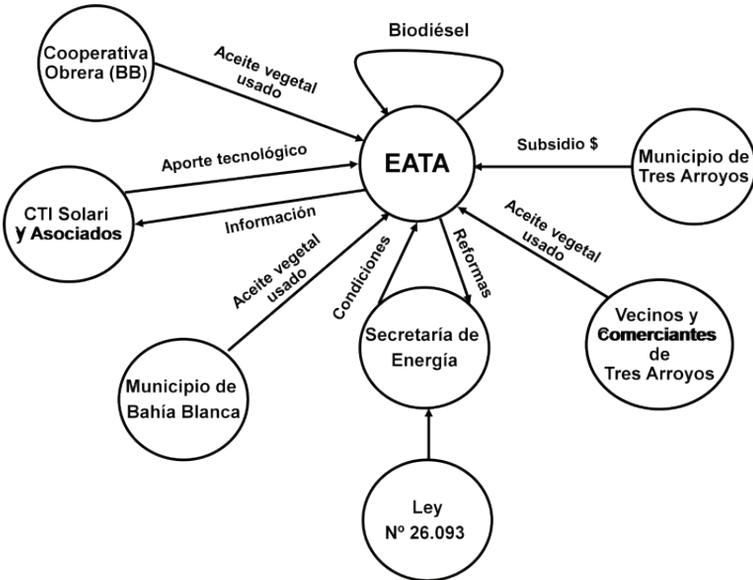
La decisión del gobierno provincial de terminar con la articulación con las escuelas rurales eliminó la necesidad de mantener en funcionamiento el sistema de colectivos que había impulsado la experiencia en 2002.

Además, las autoridades de la EATA decidieron utilizar el biodiésel en un nuevo sistema de calefacción central.

Así, los proveedores de aceite dejaron de recibir el porcentaje de biocombustible que la planta les entregaba a cambio de su aporte y la cooperativa eléctrica local también dejó de ser abastecida.

De este modo, la red sociotécnica conformada durante la Primera Fase de la experiencia, que implicaba una circulación de intereses y bienes con múltiples direcciones, adquirió una forma diferente, concéntrica. Bajo esta nueva apariencia, la EATA puede ser ubicada en el centro de la alianza sociotécnica, convertida fundamentalmente en un receptor de bienes y recursos con una reciprocidad limitada (gráfico 3).

Gráfico 3. Segunda alianza sociotécnica para la producción de biodiésel a partir de AVU en la Escuela Agrotécnica de Tres Arroyos (EATA)



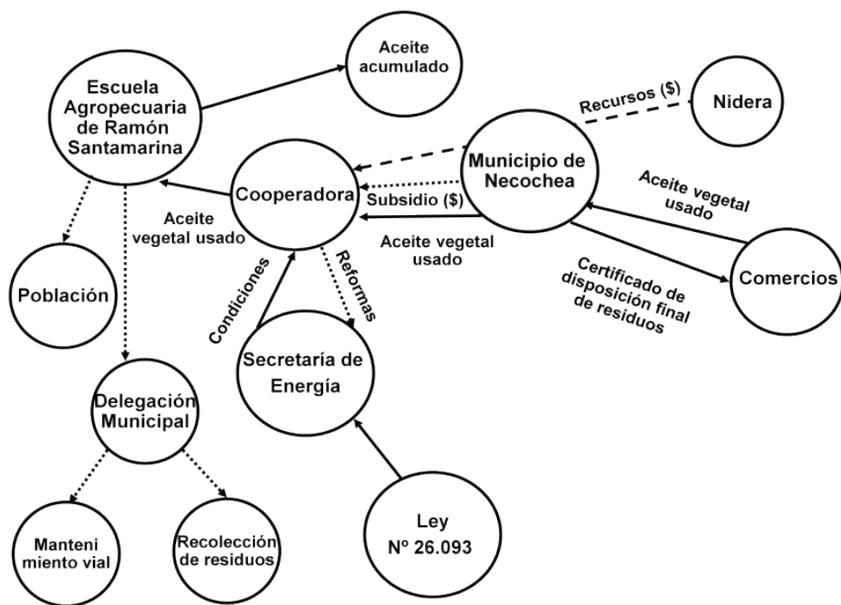
Los cambios en la alianza sociotécnica de la planta de Ramón Santamarina tuvieron un desarrollo radicalmente diferente. La incorporación a la escena del nuevo marco regulatorio y de la Secretaría de Energía significó

el inicio de un proceso que derivó en la construcción de no funcionamiento de la experiencia (gráfico 4).

En el nuevo escenario, algunos de los elementos –equipos– que componían la planta de biodiésel fueron marginados de la alianza y otros –acuerdos interinstitucionales– operaron como obstáculo para que los miembros de la cooperadora escolar consiguieran reemplazar los elementos ahora considerados deficientes. En otro nivel, los miembros de la cooperadora no consiguieron incorporar la ley de biocombustibles como elemento de la alianza.

La continuidad de los vínculos con el municipio y la permanencia del sistema de acopio de aceite no fueron suficientes, como ocurrió en cierta medida en el caso de la EATA, para sostener la estabilidad de la alianza y el resultado del proceso fue la paralización de la iniciativa.

Gráfico 4. Desarticulación de la alianza sociotécnica para la producción de biodiésel a partir de AVU en la Escuela Agropecuaria de Ramón Santamarina



En las transformaciones producidas a partir de 2007 en las alianzas sociotécnicas de las iniciativas de producción de biodiésel a partir de AVU en el sur de la provincia de Buenos Aires se pone en evidencia, por una parte, el modo en que estas alianzas son el soporte para el funcionamiento de una tecnología; por otra parte, resulta claro que la continuidad del funcionamiento solo es posible en la medida en que las alianzas son permanentemente reconstruidas integrando nuevos elementos que contribuyen a su estabilidad.

En otro sentido, el cambio en el escenario producido a partir de la sanción de la nueva normativa, el cambio de estrategia por parte de algunos actores, las características técnicas de las plantas, los cambios realizados (o no) en su diseño, las redes de relaciones, entre otros elementos heterogéneos, culminaron en la construcción del no funcionamiento de estas experiencias como promotoras de dinámicas de inclusión social.

### **Coconstrucción de tecnologías, regulaciones y procesos de inclusión social**

Las experiencias presentadas en este trabajo coinciden, en general, en una enunciación básica de objetivos: reducir la contaminación, promover la conciencia ambiental y favorecer la inclusión social. Sin embargo, este último objetivo adquirió diferente importancia en cada caso.

En principio, en ambos proyectos, las dinámicas de inclusión social se centraron en el mantenimiento de actividades educativas en riesgo por diferentes motivos: problemas para sostener el sistema de transporte o para mantener la población del establecimiento.

En este sentido, en el caso de la EATA, el carácter inclusivo se perdió durante la Segunda Fase. La finalización del convenio de articulación con escuelas primarias rurales que tenían con la provincia de Buenos Aires y la implementación de una nueva estrategia por parte de sus autoridades, usar el biodiésel para calefaccionar las instalaciones de la escuela, convirtieron la iniciativa en un emprendimiento orientado al autoconsumo.

Otra diferencia entre ambas experiencias fue la modalidad que establecieron para la recolección del AVU. Comparativamente, los municipios no gozan en general del grado de valoración positiva que tienen las instituciones educativas por parte de la población. Sin embargo, cuentan con la posibilidad de regular algunos aspectos del comportamiento social a través de normativas orientadas al ordenamiento territorial. Por ejemplo, el municipio de Necochea aseguró la recolección del aceite por la obligación impuesta a los comercios gastronómicos a través de una ordenanza.

En cambio, la EATA aprovechó la influencia de elementos socioafectivos positivos que presentaba la experiencia en Tres Arroyos debido a que se desarrollaba en una institución educativa. En un primer momento, logró la colaboración desinteresada de la población y los comerciantes que donaron su aceite. Es probable que, durante esta Primera Fase, la intención de colaborar con los alumnos de las escuelas rurales no necesitara del prestigio de la EATA para movilizar a la población. Además, también contaban con otros proveedores de aceite a cambio de biodiésel.

Durante la Segunda Fase, el motivo original desapareció así como la retribución en combustible; sin embargo, la recolección de aceite se mantuvo. Incluso, lograron que el municipio de Tres Arroyos financiara parte de las reformas necesarias para habilitar la planta. Esta situación pone en evidencia que las características de esta institución y su reconocimiento fueron elementos claves en el sustento de la experiencia.

La sanción y la reglamentación de la Ley N° 26.093 alteraron significativamente las condiciones para el desarrollo de las iniciativas analizadas. Las plantas de biodiésel no estaban en condiciones de seguridad operativa según lo establecido en la normativa. La imposibilidad de ajustar el equipamiento a la legislación implicó que, en el caso de la Escuela Agropecuaria de Ramón Santamarina, las dinámicas concretas de desarrollo local fueran afectadas negativamente. El hecho de que en el marco regulatorio no haya sido considerada la existencia de experiencias de baja escala y que se limitara, además, la comercialización del biodiésel dificulta la integración de la norma en alianzas sociotécnicas que promuevan procesos de desarrollo local.

En la introducción del artículo se hizo referencia a los cuestionamientos que recibe la producción de biodiésel. Una de las críticas más fundamentadas es la vinculación que tiene la producción de biodiésel con la expansión de la agricultura comercial a gran escala. El crecimiento exponencial de la agricultura basada en cultivos genéticamente modificados en los últimos veinte años ha generado un proceso de expulsión de campesinos y pequeños productores que pasaron a engrosar la población de las grandes ciudades. Estas personas recién llegadas a la vida urbana suelen instalarse en las villas miseria y asentamientos precarios como única alternativa. Las críticas mencionadas plantean que la elaboración de biodiésel a partir de aceites crudos de oleaginosas refuerza esta tendencia.

Las experiencias analizadas en este trabajo presentan un proceso inverso. En el caso de Necochea especialmente, se puede observar que la instalación de una planta de biodiésel que procesa AVU fue una estrategia para auxiliar a una pequeña localidad rural que estaba agonizando. La iniciativa se desarrolló como una continuidad de políticas orientadas al

fortalecimiento del pueblo de Ramón Santamarina, como la creación de la Escuela Agropecuaria. De este modo, se propone un modelo diferente de integración entre lo rural y lo urbano.

Las relaciones campo-ciudad suelen estar marcadas por sistemas de intercambios asimétricos en los que el campo aporta bienes primarios que luego son procesados en el ámbito de lo urbano. En muchas ocasiones, los pobladores rurales deben comprar productos que se fabricaron con materias primas que ellos mismos producen y pagar el valor agregado por el proceso industrial desarrollado en las ciudades.

En las experiencias relatadas, el proceso es inverso. Las ciudades generaban las materias primas (aceites residuales) que luego eran procesadas en el ámbito rural. Una parte de esta producción retornaba a la ciudad como producto con valor agregado, mientras que otra parte era utilizada en el mismo lugar en el que se había procesado.

El caso de la planta de la EATA presenta otro tipo de relación contraintuitiva entre ciudades grandes y pequeñas del interior de la provincia de Buenos Aires. Bahía Blanca es la ciudad más importante de la región y suele tener una posición predominante frente a otras ciudades menores, como Tres Arroyos. Su condición de ciudad portuaria hace que Bahía Blanca reciba la producción de toda la región para su procesamiento y exportación y se reproduzca el modelo de las relaciones campo-ciudad. Durante la experiencia de la EATA, por el contrario, la materia prima generada en Bahía Blanca se trasladaba a Tres Arroyos, lo que invertía la ecuación.

La reconstrucción analítica de las trayectorias sociotécnicas de las experiencias de la producción de biodiésel a partir de aceites vegetales usados en el sur de provincia de Buenos Aires permitió develar estas contradicciones aparentes así como mostrar que el desarrollo de tecnologías ocurre a partir de una articulación particular de elementos heterogéneos en una alianza cuya estabilidad depende de la renovación y ampliación permanente de sus vínculos.

En este sentido, cuando se diseñan políticas orientadas a promover procesos de inclusión social, sería oportuno tener en cuenta cuáles son las alianzas cuyo desarrollo conviene fomentar, cuáles se podrían oponer y, si fuera necesario, cuáles desarticular.

Esto no significa que se considere que la Ley de Biocombustibles haya sido concebida como un elemento de una alianza sociotécnica construida *deliberadamente* contra las de la EATA o la Escuela Agrotécnica de Ramón Santamarina, sino que las alianzas se desarrollaban siguiendo trayectorias sociotécnicas que eventualmente entraron en “colisión”, con consecuencias negativas para las alianzas más débiles

Lo que se quiere enfatizar es que estas experiencias no pueden ser pensadas de forma aislada, sino en una compleja red de relaciones de influencia recíproca, en procesos de coconstrucción de tecnologías, actividades económicas, dinámicas sociales y regulaciones.

Dicho de otro modo, en tanto el desarrollo de alianzas sociotécnicas pueda planificarse estratégicamente –al menos hasta cierto punto–, podría aumentarse la probabilidad de alcanzar el objetivo de promover la inclusión social si en el diseño de políticas no se pierde de vista el carácter sociotécnico de los procesos de desarrollo.

## Bibliografía

- Almeida, J.P. de (2007). *Biodiesel o “óleo filosofal”: desafíos para a educação ambiental no caldeirão do “desenvolvimento sustentável”*, Londrina: Atrito Art.
- Honorable Concejo Deliberante de Necochea (2005). Ordenanza 5402/05. Creación de registro municipal de proveedores de aceites.
- Huergo, H. (2001a). “El show del biodiesel”, Suplemento *Clarín Rural*, 3 de febrero.
- Huergo, H. (2001b). “Se va la primera...”, Suplemento *Clarín Rural*, 17 de febrero.
- INDEC (2001). Provincia de Buenos Aires por localidad. Población censada en 1991 y población por sexo de 2001.
- República Argentina-Poder Legislativo (2007). Ley N° 26.093. Régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles. Disponible en: <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/116299/norma.htm>.
- Scheinkerman de Obschatko, E. y Begenisic, F. (coords.) (2006). *Perspectivas de los biocombustibles en la Argentina y en Brasil*, Buenos Aires: IICA-SAGPyA.
- Schvarzer, J. y Tavonanska, A. (2007). “Biocombustibles: expansión de una industria naciente y posibilidades para la Argentina”, Documento de trabajo n° 13, Buenos Aires: CESP-UBA.
- Secretaría de Energía de la Nación (2010). Página web: <http://energia3.mecon.gov.ar/>
- St. James, C. (2010). “Estado de la industria argentina de biodiesel. Reporte cuarto trimestre 2010: corte obligatorio de biodiesel ampliado a B7;

GENREN y los biocombustibles; ranking mundial de producción”, Cámara Argentina de Energías Renovables. Disponible en: <http://www.santiagosinclair.com/files/EstadoIndustriaBiodieselEnero2011.pdf>

- Thomas, H. (1999). *Dinâmicas de inovação na Argentina (1970-1995) Abertura comercial, crise sistêmica e rearticulação*, tesis doctoral, Campinas, UNICAMP.
- Thomas, H. (2008). “Estructuras cerradas vs. procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico”, en Thomas, H. y Buch, A. (coords.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. Bernal: UNQ.
- Thomas, H. (2010). “Tecnologías para la inclusión social: funcionamiento, alianza socio-técnica, ciudadanía”, conferencia en el Simposio “Tecnologías para la inclusión social en América Latina. Desafíos políticos y conceptuales”, Buenos Aires, VIII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología.
- Thomas, H.; Versino, M. y Lalouf, A. (2003). “Dinámica socio-técnica y estilos de innovación en países subdesarrollados: operaciones de resignificación de tecnologías en una empresa nuclear y espacial argentina”, en ALTEC: *X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica: Conocimiento, innovación y competitividad: Los desafíos de la Globalización*, México D.F., CD, ALTEC UAM y UNAM.
- Secretaría de Energía de la Nación (2010). Resolución 7/2010. Disponible en: <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anejos/160000-164999/163992/norma.htm>

## Entrevistas personales

- Fosque, Etelvina (2010). Responsable de la Planta Artesanal de Biodiésel de la EATA, 31 de marzo, Tres Arroyos.
- Gutierrez Valencia, Willy (2010). Rector de la Escuela Agropecuaria de Ramón Santamarina, 30 de marzo, Ramón Santamarina.
- Issin, Martín (2010). Subsecretario de Producción del Municipio de Necochea, 30 de marzo, Necochea.
- Teodori, Alejandro (2010). Responsable de la Planta de Biodiésel Municipal de Ramón Santamarina, 30 de marzo, Ramón Santamarina.

## SECCIÓN II: LA INNOVACIÓN EN LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA

### II.1. RECURSOS NATURALES: EL DESAFÍO DE LA CREACIÓN DE VALOR Y LA SUSTENTABILIDAD



# Las instituciones de ciencia y tecnología en los procesos de aprendizaje de la producción agroalimentaria en la Argentina\*

GUILLERMO SÁNCHEZ\*

---

## Introducción

El estudio de los procesos de innovación en los sectores agropecuario, agroindustrial y agroalimentario (AAA) desde un enfoque institucional presenta cierta complejidad si se pretende obtener conclusiones determinantes. Dicha complejidad viene dada por el igualmente complejo conjunto de factores que intervienen en los procesos de innovación en los sectores mencionados. Entre esos tantos factores aparecen las fuentes de conocimiento para la creación de capacidades endógenas a través del adecuado desarrollo de procesos de aprendizaje.

---

\* Financiamiento INTA (Res. Nro. 818/05); CONICET (PIP 2010-2012, cód. 11420090100025) y Universidad de Morón (PID 2012-2014, cód. 06-004-12). El autor agradece a la ingeniera María Eugenia Fraga por su ayuda en la recopilación de datos. Al ingeniero Adolfo Cerioni, a la Coordinación Nacional de Vinculación Tecnológica del INTA, al Centro de Estudios Urbanos y Regionales del CONICET y a la Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Morón por brindar el espacio necesario para la realización de este trabajo.

\*\* Centro de Estudios Urbanos y Regionales, CEUR-CONICET; Coordinación Nacional de Vinculación Tecnológica, INTA; Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Morón, Buenos Aires, Argentina.

Este trabajo indaga sobre el rol que juegan, en la Argentina, las instituciones de ciencia y tecnología (ICyT) como fuentes de conocimiento para la innovación en las producciones AAA. La pregunta que se pretende responder es en qué medida las ICyT están involucradas en un comportamiento sistémico en el entorno productivo referido o si se encuentran prisioneras de la tensión entre oferta (*science push*) y demanda.

En la sección siguiente se encontrará una descripción de la problemática que se pretende abordar seguida por el abordaje teórico-metodológico que se utilizará. Luego se describen algunas características generales del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). En la secuencia se presenta la evidencia empírica recolectada en el marco de trabajos previos. Para terminar, se presentan algunas consideraciones finales.

### **Breve descripción de la situación estudiada**

La actividad agroindustrial representa, en la Argentina, el 18,5% del PBI y, en forma directa e indirecta, es responsable del 35,6% del empleo total del país (Anlló *et al.*, 2010; Nogués y Porto, 2007). Los ingresos de esta actividad equivalen al 12,3% del PBI, que representa el 40% de los ingresos por impuestos (Nogués y Porto, 2007). El 33% del valor agregado de la actividad se comercializa en mercados externos mientras que el resto se comercializa en el mercado interno (Nogués y Porto, 2007).

En términos de exportaciones, la actividad agroindustrial aporta el 50% de las exportaciones nacionales (Anlló *et al.*, 2010; Blengino, 2011; Nogués y Porto, 2007). La industria de alimentos y bebidas<sup>1</sup> aporta el 95% de las exportaciones agroindustriales y el 46% de las industriales (Blengino, 2011).

Siguiendo la taxonomía de Pavitt (1984), la conducta innovativa de la industria agroalimentaria es clasificada como conducida por el proveedor. Esta clasificación hace ver que las innovaciones en esta rama industrial dependen de las innovaciones que ocurren en otras industrias (química, biotecnología, metalmecánica, etcétera) proveedoras de ingredientes y aditivos y equipos. Esta situación hace que exista una interrelación muy fuerte entre las tecnologías de producto y proceso y las aplicadas a la logística.

Las innovaciones de producto pueden ser consideradas del tipo incremental basadas en la competencia a través de la diversificación de la oferta (competencia del tipo no precio). Las innovaciones de producto

---

1 Capítulo 15, CIIU, revisión 4 Naciones Unidas y Clasificador Nacional de Actividades Económicas 2010 (ClaNAE 2010).

son, en consecuencia, conducidas por proveedores y por la distribución a través de la diferenciación de productos (Gutman y Cesa, 2004; Bisang y Gutman, 2005).

En la práctica, se puede señalar una serie de factores que operan como limitantes al proceso de innovación en la industria agroalimentaria. Algunos son factores intrínsecos de la industria y otros son propios de esa industria en la Argentina.

Entre los primeros, se pueden señalar el carácter biológico de la producción y el consumo humano como destino final de los productos. Los procesos de producción son más prolongados e inmovilizan capitales durante más tiempo en comparación con otros tipos de producciones, con el agregado de estar expuestos a un riesgo económico por la ocurrencia de fenómenos biológicos y climáticos. Al mismo tiempo, los productos y procesos productivos deben ajustarse a severas normas de regulación, inspección y control con el objeto de preservar la inocuidad de los productos evitando contaminaciones físicas, químicas y microbiológicas y, al mismo tiempo, asegurar un determinado estándar nutricional (Gutman y Cesa, 2004; Bisang y Gutman, 2005).

En relación con los limitantes del proceso innovativo en la industria agroalimentaria argentina, el más crítico es el que emerge de la heterogeneidad presente en la actividad. Esta heterogeneidad se expresa de diferentes maneras en la industria (organizacional, dinámica tecnológica, origen del capital, tamaño de las empresas, etcétera).

Diversos autores han analizado las dinámicas tecnológicas en la industria alimentaria nacional (Ghezán *et al.*, 2001; Gutman y Lavarello, 2002; Gutman y Cesa, 2004). Se puede identificar la coexistencia de subsistemas productivos que operan con diferentes dinámicas. Se encuentran subsistemas que operan próximos a la frontera tecnológica mundial dedicados a la exportación de sus productos. Otros subsistemas, con dinámicas inferiores, operan con productos diferenciados o con productos sin diferenciación para consumo masivo, ambos destinados al mercado doméstico. En tercer lugar, se encuentran subsistemas regionales, muy rezagados tecnológicamente, con producciones de subsistencia o destinadas al consumo local sin ninguna posibilidad de alcanzar una proyección nacional.

En relación con el tamaño de las empresas y el origen del capital, se puede señalar que el universo de empresas agroalimentarias argentinas es, principalmente, del grupo de las pymes con capital de origen nacional. Las grandes empresas son, en su mayoría, transnacionales y son muy pocas las de origen nacional en este segmento (Gutman y Lavarello, 2002).

Dada la heterogeneidad descrita, puede entenderse que son muy pocas las empresas que pueden actuar como su propia fuente de conocimientos a través de departamentos de investigación y desarrollo (I+D) intramuros. Son, exclusivamente, las transnacionales y las grandes nacionales. El gran corazón de las empresas agroalimentarias, compuesto por pymes, requiere una fuente externa de conocimientos. En este aspecto se puede señalar que, a medida que decrece la dinámica tecnológica de la empresa, su fuente de conocimiento pasa de ser una mezcla de experiencias propias, proveedores, competidores e ICyT hasta llegar a las dinámicas tecnológicas más retrasadas en las que el conocimiento surge de la propia experiencia y las ICyT geográficamente cercanas.

Esta descripción pone de manifiesto que la innovación en la producción de agroalimentos se apoya fuertemente en la intervención de las ICyT en los procesos de aprendizaje como fuentes de conocimientos.

### **Enfoque teórico-metodológico**

Para comprender la importancia del problema descrito precedentemente, se recurre a un enfoque teórico-metodológico que toma elementos de la sociología y de la teoría económica evolucionista (TEE).

La innovación es reconocida como un proceso incierto, de largo plazo y extremadamente dependiente de la trayectoria tecnológica previa. Esto hace que las empresas no puedan innovar aisladamente y en cualquier dirección (Freeman *et al.*, 1982; Schumpeter, 1976; Lundvall, 1992). Como consecuencia, se requiere un ambiente estimulante para la innovación, que sirva de apoyo a los procesos de aprendizaje para esas empresas. Dicho ambiente está caracterizado por la existencia de un conjunto de relaciones que permiten llevar adelante los procesos de aprendizaje en un contexto innovativo. Ese conjunto de relaciones da lugar al concepto de sistemas de innovación.<sup>2</sup>

La TEE considera que el desarrollo económico es un proceso que involucra la coevolución de las tecnologías (conocidas y en uso) y las instituciones que las regulan y las apoyan. Desde el punto de vista de los sistemas de innovación, el término “institución” encierra dos ideas solapadas. Por un lado, las relaciones de mercado embebidas en estructuras sociales e insti-

---

2 En general, los sistemas de innovación son estudiados en un agregado nacional. Sin embargo, es también de especial interés el estudio de casos particulares con una aproximación subnacional, a nivel de sector y/o región. De este modo, será posible identificar efectos particulares de la dinámica tecnológica de cada sector o región dentro de un país.

tucionales más amplias y los elementos de cooperación y confianza. Por el otro, el rol de instituciones no mercado, tales como las universidades, los centros públicos de investigación, las sociedades científicas y técnicas y los programas de gobierno orientados a procesos de innovación en diversos sectores,<sup>3</sup> entre otros (Nelson, 2007a).

Nelson y Sampat (2001, citado en Nelson, 2007b) definen el concepto de tecnología social diferenciando los aspectos físicos de la tecnología (los manuales e instrucciones) de la manera en que las instrucciones y manuales son aplicados o utilizados. De este modo, por ejemplo, la I+D industrial puede ser vista como una combinación de tecnologías físicas (por ejemplo, procedimientos de laboratorio) y tecnologías sociales (por ejemplo, división de trabajo entre científicos y estructuras de coordinación y dirección). Este enfoque se concentra en los aspectos sociales prevalentes de la tecnología y da un significado ecléctico al término “institución”. En este término se encierran aspectos que dan apoyo a las tecnologías sociales y, al mismo tiempo, las limitan (Nelson, 2007b).

Thomas Hughes (1987, citado en Brieva, 2006) analiza el cambio tecnológico desde una aproximación sociotécnica. Desde esta óptica, los aspectos tecnológicos, sociales, económicos y científicos del cambio tecnológico no pueden ser analizados separadamente. El enfoque de Hughes considera que un sistema tecnológico es definido por sus objetivos (por ejemplo, para resolver determinados problemas) y por sus componentes –complejos– diversos y heterogéneos, coordinados en términos del problema y su solución. De este modo, los componentes del sistema pueden ser artefactos de existencia física, organizaciones –empresas, entidades de financiación, etcétera–, elementos científicos –libros, artículos, programas de investigación, etcétera–, leyes, regulaciones, patentes, etcétera.

Los objetivos del sistema son alcanzados a través de la interacción entre sus componentes y la acción de cualquiera de ellos impacta sobre los demás. Así, si alguno de los componentes es cambiado o alterado, el desempeño del sistema en su conjunto también es modificado (Brieva, 2006; Versino, 2006). De esta manera, análogamente a lo manifestado por Nelson (2007a), se observa una coevolución del sistema en su conjunto.

A partir de lo expresado hasta aquí, puede interpretarse que los procesos de aprendizaje que tienen lugar en el contexto conceptual de los sistemas de innovación pueden ser reducidos a un conjunto de actores que inte-

---

3 Están incluidas las instituciones involucradas en los estadios tempranos de los procesos de innovación: aquellas dedicadas a investigación y desarrollo, el mercado de trabajo, el sistema educativo, instituciones financieras, estructuras regulatorias y otras instituciones que hacen a la dinámica económica en sentido más amplio.

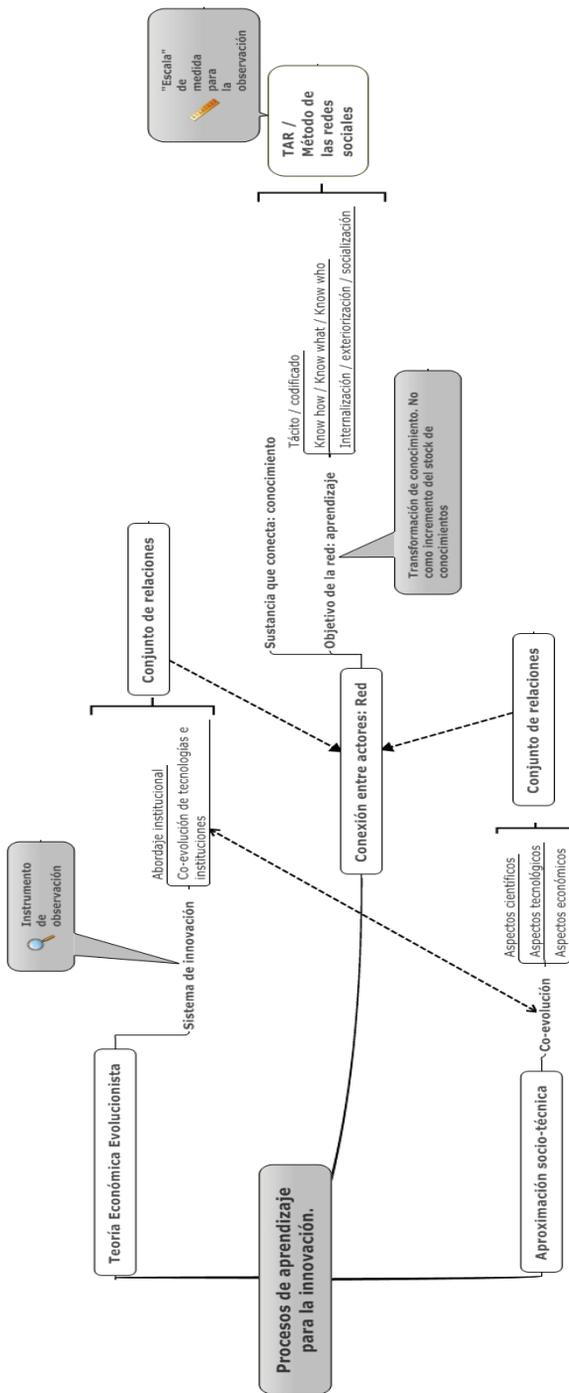
ractúan en una red (Harty, 2008; 2010). Es, entonces, necesario conocer cuál es esa red, quiénes son los actores involucrados en ella y cuáles son las conexiones existentes entre ellos. La teoría del actor-red (TAR, o ANT, por sus siglas en inglés) de Bruno Latour (2005) es una de las herramientas disponibles para encontrar respuesta a los interrogantes planteados.

Se pueden pensar los procesos de aprendizaje como el resultado de la interacción de los elementos que componen el sistema de innovación (SI). De este modo, cada componente puede ser considerado como un actor –sea humano o no– que opera dentro de la red. De este modo, la TAR puede ser utilizada como una herramienta para seguir las relaciones que se generan entre los diferentes actores (Latour, 2005).

De acuerdo con la TAR, la existencia de una red viene dada en la medida en que exista una conexión real entre actores. Esa conexión es definida por la existencia de un flujo de lo que el autor denomina “sustancia social” entre los actores de la red (Latour, 2005). La consideración de que el rol de actor dentro de la red pueda ser asumido por un ser humano o no hace que una institución, un sistema de regulación, un sistema de calibración, etcétera, puedan ser parte de la red de acuerdo con la definición propia del SI. Siguiendo con la TAR, un actor puede asumir el rol de intermediario o de mediador dentro de la red. En el primer caso, el actor es solo un punto de paso dentro de la red mientras que en el segundo introduce modificaciones entre el flujo entrante y el saliente.

De acuerdo con lo señalado hasta aquí, la TAR constituye una herramienta metodológica para aproximar la dinámica y evolución de un SI. Con el objeto de mejorar esa aproximación, se agrega la conceptualización de Callon (2001) de la red de traducción extendida. Según el autor, esa red está caracterizada por: a) la producción y traducción de sentencias y definiciones originadas por la producción de conocimientos y su difusión entre los actores de la red; b) su organización social, considerando la dinámica general y la gestión interna; y c) su dinámica global.

Gráfico 1. Representación conceptual del enfoque teórico-metodológico aplicado en este trabajo



## La ciencia y tecnología pública en la Argentina

Durante la década de 1950 se crean, en la Argentina, cuatro instituciones de ciencia y tecnología con orientaciones productivas específicas que son de gran influencia hasta el presente. En 1950 se funda la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA); en 1956, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); en 1957, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y en 1958, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Estas instituciones, junto con las universidades que comenzaron a funcionar durante el siglo XIX, constituyen, desde entonces, el eje principal del sistema público de ciencia y tecnología en el país. Desde esa época hasta ahora, el sistema fue cambiando y, en la actualidad, es bastante difícil de describir acabadamente. Con el paso del tiempo, se fueron incorporando nuevas instituciones con una diversidad importante de alcances temático, productivo y geográfico. Por un lado, debido al surgimiento de nuevas necesidades a partir de cambios de contexto. Por otro, debido al creciente interés de gobiernos locales y provinciales por incluir, en su gestión, políticas de ciencia y tecnología.

De acuerdo con indicadores publicados por el Sistema Estadístico Nacional de Ciencia y Tecnología (SENCyT), en el año 2008, en el ámbito de la ciencia y tecnología, se contaba con, aproximadamente, 50 mil personas entre investigadores y becarios. De estos, el 84% estaba en el sector público, el 8% en el privado y otro tanto en las universidades privadas. En ese mismo año, el gasto en investigación y desarrollo llegó al 0,52% del PBI, mientras que el gasto en actividades científicas y tecnológicas –según la definición de la UNESCO– alcanzó el 0,61% del PBI. En ambos casos, el 70% del esfuerzo correspondió al sector público y el 30% restante, al privado (MINCyT 2008a).

Los valores presentados hacen presuponer que las actividades de I+D en el país solo son llevadas a cabo por firmas transnacionales y empresas o grupos nacionales grandes. Las empresas transnacionales, en general, tienen sus laboratorios de I+D en sus casas matrices, situadas en países desarrollados. Los desarrollos que se realizan en estas facilidades son compartidos con sus filiales a través de licenciamiento de patentes u otros mecanismos de protección de la propiedad intelectual o secreto industrial. De este modo, se ponen en juego capacidades que quedan fuera de la frontera nacional con escaso (o ningún) impacto en la creación de capacidades endógenas fronteras adentro. Por otra parte, el corazón de las industrias locales está compuesto por empresas del grupo de las pymes sin capacidad para desarrollar sus propias actividades de I+D y que necesitan contar con un soporte público para tal fin.

A partir de 2003, el conjunto de la ciencia, la tecnología y la innovación pasó a ocupar un lugar de privilegio en la agenda pública de la República Argentina. Por un lado, a través del incremento de presupuesto para el área y, por otro, a través de su jerarquización con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) en 2007<sup>4</sup> (Codner *et al.*, 2012).

La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, es la institución más importante del país dedicada al financiamiento de actividades científicas y tecnológicas. Entre otros, la Agencia lleva adelante dicho financiamiento en el marco del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONCyT), el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) y el Fondo Sectorial Argentino (FONARSEC). Los fondos para estos y otros instrumentos que gestiona la Agencia provienen del Tesoro Nacional, de préstamos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), del recupero del financiamiento reembolsable y de convenios de cooperación con organismos o instituciones nacionales e internacionales. Estos recursos son en parte otorgados a la Agencia para su administración como responsable de la aplicación de la Ley N° 23.877 (de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica) y de la Ley N° 25.922/04 (de Promoción de la Industria del Software).

A través del FONTAR se financian proyectos destinados a empresas para la mejora de su productividad a través de la innovación tecnológica. El FONCyT financia proyectos de investigación científica y tecnológica destinados, principalmente, a grupos de investigación. El FONARSEC está orientado a la creación de capacidades en áreas críticas de alto impacto para la transferencia permanente de tecnología al sector productivo.

De acuerdo con datos publicados por el MINCyT, en el período 2003-2008, el FONTAR ha financiado proyectos innovativos<sup>5</sup> del sector agroalimentario por, aproximadamente, \$82 millones (MINCyT, 2008b). Durante el año 2011, el FONARSEC ha adjudicado subsidios para proyectos, a través de acuerdos público-privados entre ICyT y una o más empresas del sector agroalimentario por, aproximadamente, \$20 millones. El FONCyT, por su parte, ha financiado en el período 2008-2011 un total, aproximado, de \$890 millones a través de 4018 proyectos (ANPCyT, 2010; 2011). De estos, 121 proyectos por un total de \$23,4 millones<sup>6</sup> fueron destinados a áreas vinculadas con la producción agroalimentaria. En el período 2004-2007,

4 Hasta ese momento el área tuvo el rango de Secretaría de Estado y migró su dependencia jerárquica en varias oportunidades desde 1983. Entre otras, ha alternado entre la Presidencia de la Nación y el Ministerio de Educación.

5 Subsidios, crédito fiscal y créditos blandos.

6 En <http://www.agencia.gov.ar/spip.php?article27>, convocatorias anteriores.

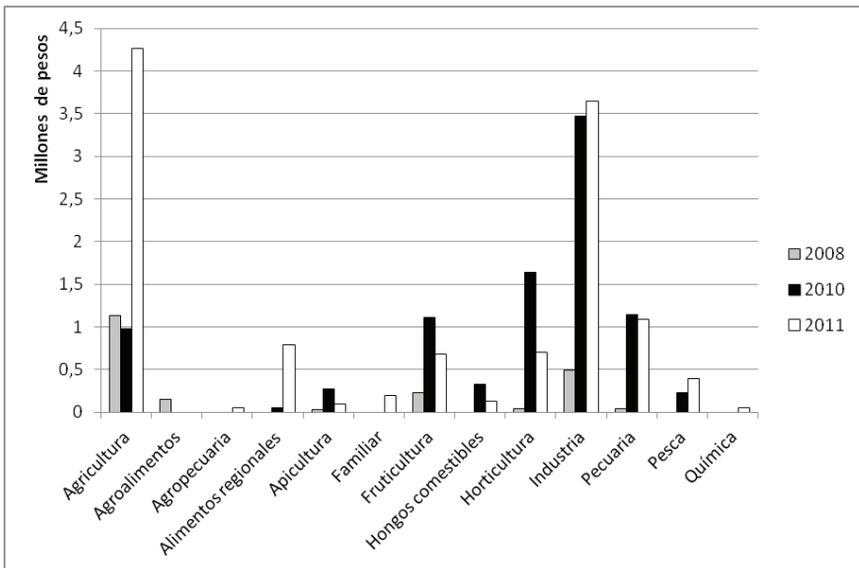
en estas áreas se adjudicaron 109 proyectos por un total de, aproximadamente, \$45 millones (MINCyT, 2008b). En la tabla 1 se muestra esta evolución en el período 2004-2011.

Tabla 1. Financiación otorgada por el FONCyT a proyectos de investigación en áreas vinculadas con la producción agroalimentaria (valores aproximados en millones de pesos)

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Proyectos financiados	N/D	N/D	N/D	N/D	13	N/D	48	60
Financiamiento	2,7	4,2	5,3	33,1	2,1	N/D	9,2	12,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados en MINCyT (2008b) y en <http://www.agencia.gov.ar/spip.php?article27>, convocatorias anteriores.

Gráfico 2. Distribución de los subsidios adjudicados por el FONCyT en temas vinculados con la producción agroalimentaria clasificados por el tipo de producción. Período 2008-2011



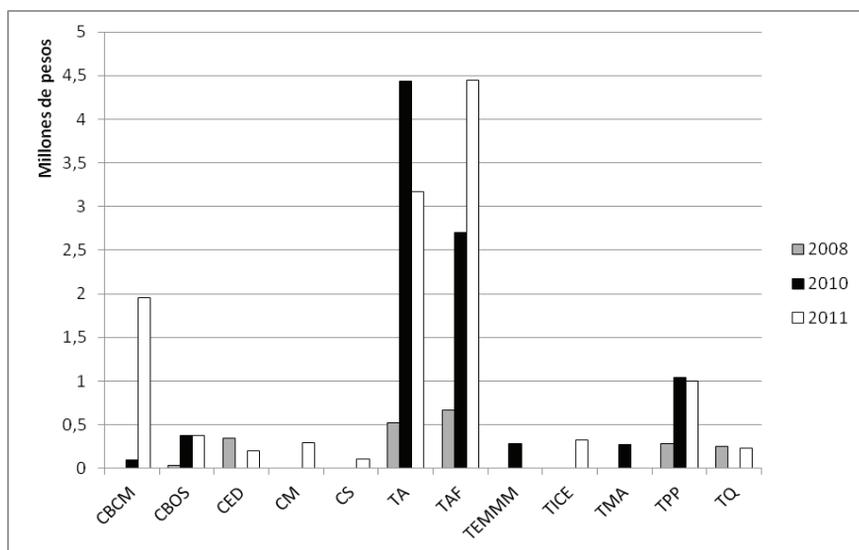
Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados en <http://www.agencia.gov.ar/spip.php?article27>.

Tomando los datos de proyectos subsidiados por el FONCyT en el período 2008-2011, según la información publicada por la ANPCyT en

su sitio web, se han identificado, a partir del título de cada proyecto, los casos vinculados a la producción AAA. Los proyectos identificados fueron clasificados según el tipo de producción, la cadena y el producto con el que están conectados a partir de un criterio definido ad hoc. Así, se identificaron para el período señalado un total de 121 proyectos que presentan alguna orientación a la producción AAA (gráfico 2).

En el gráfico 3 se puede ver cómo los subsidios del FONCyT identificados con relación a la producción AAA se distribuyen según las áreas temáticas principales según la clasificación utilizada por el FONCyT. Este gráfico muestra una idea acabada del carácter transdisciplinar de las producciones AAA de acuerdo con el Modo 2 de producción del conocimiento definido por Gibbons *et al.* (1994).

Gráfico 3. Distribución de los subsidios adjudicados por el FONCyT en temas vinculados con la producción agroalimentaria clasificados por Área Temática Principal. Período 2008-2011



Referencias: CBCM: Ciencias Biológicas de Células y Moléculas; CBOS: Ciencias Biológicas de Organismos y Sistemas; CED: Ciencias Económicas y Derecho; CM: Ciencias Médicas; CS: Ciencias Sociales; TA: Tecnología de Alimentos; TAF: Tecnología Agraria y Forestal; TEMMM: Tecnología Energética, Minera, Mecánica y de Materiales; TICE: Tecnología de Información, Comunicación y Electrónica; TMA: Tecnología del Medio Ambiente; TPP: Tecnología Pecuaria y Pesquera; TQ: Tecnología Química

Elaboración propia a partir de datos publicados en <http://www.agencia.gov.ar/spip.php?article27>.

Con la aparición del nuevo escenario institucional para la ciencia y la tecnología en la Argentina, han aparecido en la literatura diversos artículos académicos en los que se analizan los impactos de los diferentes instrumentos de financiamiento. Chudnovsky *et al.* (2006) han demostrado, a través de estudios econométricos, un impacto positivo en la conducta innovativa de empresas que recibieron financiamiento a través del FONTAR. López *et al.* (2010) y Codner (2011) han estudiado el impacto de los instrumentos de financiación del FONCyT. Ambos trabajos han coincidido en demostrar el impacto positivo en la productividad científica de investigadores que recibieron subsidios a través del FONCyT.

Por su parte, el INTA tiene una cartera de proyectos institucionales que incluyen actividades de investigación básica, aplicada, adaptativa y de extensión. En el período 2009-2011, el INTA ha gestionado proyectos de investigación y extensión por, aproximadamente, \$123 millones anuales (INTA, 2011). Estos proyectos estuvieron orientados a la producción agropecuaria, agroindustrial y agroalimentaria.

Existen otras instituciones de financiamiento en los ámbitos nacional, provincial y local orientadas a las producciones agropecuaria, agroindustrial y agroalimentaria. Sin embargo, su impacto global es bajo en comparación con el de las nombradas precedentemente por lo que se omite mencionarlas.

En la actualidad, la agenda pública de ciencia y tecnología está enfocada en dos temas centrales. Por un lado, lograr una mayor coordinación entre las diversas ICyT con el objetivo de alcanzar un verdadero comportamiento sistémico de todo el cuerpo de las ICyT. Diversos investigadores en el tema han señalado que, en la Argentina, las ICyT conforman un complejo más que un sistema debido a la pobre coordinación en la acción de sus componentes. El otro punto de relevancia para la agenda pública de ciencia y tecnología es lograr coincidencia entre las prioridades de las ICyT y las de los sectores de producción. En la situación actual, emerge una tensión a partir del desajuste entre la oferta científica y la demanda productiva. A partir de esta tensión, no se consigue un comportamiento sistémico entre ciencia y tecnología y producción. Esta situación constituye un obstáculo para lograr un efectivo sistema productivo basado en el conocimiento.

## **La evidencia empírica**

La evidencia empírica que se presenta a continuación fue recogida de cuatro casos que conforman un estudio reciente sobre sistemas de innova-

ción a nivel sectorial y regional asociado a la producción de agroalimentos en la Argentina (Sánchez, 2010; Sánchez y Bisang, 2011).

## La industria vitivinícola en la provincia de Mendoza

La producción de vinos en el país ha vivido diferentes transformaciones a lo largo del tiempo siguiendo cambios experimentados en los mercados. Las transformaciones más importantes tuvieron lugar a lo largo de la década del noventa del siglo pasado cuando se incorporaron a la industria el acero inoxidable y la refrigeración. Desde 2004, el Estado Nacional ha promovido la planificación estratégica en el sector a través de la Ley N° 25.849, que crea la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR) como órgano ejecutor del Plan Estratégico Vitivinícola 2005-2020 (PEVI 2020).

La corporación es una entidad público-privada que se sostiene a partir de las contribuciones que determina la ley. Asimismo, la ley nombra a los actores miembros de la COVIAR entre los que se cuentan organismos de gobierno (nacional, provincial y local), cámaras empresarias, asociaciones de empresas y productores, instituciones de regulación y el INTA (COVIAR, 2004) como única institución de ciencia y tecnología.

El primer paso del proceso de planificación fue el desarrollo del plan, coordinado por el INTA, a través de un proceso participativo. En esta parte del trabajo se incorporaron universidades y organizaciones sociales, no incluidas en la ley de creación de la COVIAR e invitadas a participar por el INTA. En esta etapa se desarrolló un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) a partir del cual se identificaron objetivos, estrategias y acciones a través del consenso. La debilidad que se ha identificado como más crítica está relacionada con las actividades científicas y tecnológicas. Las acciones consensuadas estaban orientadas a los mercados –interno y externo–, a la inclusión de pequeños productores de uva y a la construcción de capacidades endógenas en I+D (Ruiz y Vitale, 2011). Para este último caso, el consenso fue convocar a “organismos de ciencia y tecnología”; sin embargo, el único organismo que aparece nombrado, de manera taxativa, es el INTA. A partir de este resultado, quedan planteados algunos interrogantes. ¿Existen otras ICyT, diferentes del INTA, que podrían aportar al logro de ese objetivo? ¿Se desconoce cuáles serían esas ICyT? (Sánchez, 2010; Sánchez y Bisang, 2011).

Como segunda etapa, podría considerarse el período de ejecución del plan, desde sus inicios hasta nuestros días. En este punto es interesante señalar que, en términos generales, todas las acciones consensuadas fueron iniciadas con la sola excepción de aquella orientada a resolver las debili-

dades en I+D. En este caso, se observa la participación de universidades locales en la ejecución de proyectos, pero el INTA es la única ICyT presente en este sistema aun cuando existen en la región delegaciones del INTI y del CONICET con líneas de investigación que podrían tener aplicación para la producción vitivinícola (Sánchez, 2010; Sánchez y Bisang, 2011).

A partir de la evidencia recogida, está claro que el INTA juega un papel de liderazgo y coordinación para este subsistema productivo con reconocimiento tanto por parte de la industria como de la producción primaria. Al mismo tiempo, estos actores reconocen sus capacidades científicas y técnicas. En particular, este reconocimiento es, también, expresado por empresas transnacionales proveedoras de insumos que firman acuerdos con el INTA para la ejecución de proyectos con propósitos científicos.

### La producción láctea en la cuenca central de la provincia de Santa Fe

Tanto la industria láctea como la producción tambera en la cuenca central de la provincia de Santa Fe están integradas por empresas pequeñas y medianas, todas de origen nacional. Los productos elaborados en esta región, en su mayoría, están destinados al mercado interno a través de productos diferenciados y, en algunos casos, sin diferenciación. La producción de leche en polvo es la única destinada a exportación, pero con gran sensibilidad a las crisis macroeconómicas y a los vaivenes de las políticas de exportación y comercialización.

En este caso, el conocimiento circula por tres avenidas diferentes según sea el tipo de producción.

Una de esas avenidas corresponde a la producción de leche como materia prima. En este caso, la principal fuente de conocimientos es el INTA y los temas de mayor interés son la relación nutrición animal-calidad de producto, el manejo sanitario y las pasturas.

La segunda avenida corresponde al conocimiento aplicado a la producción de queso para productores pequeños, medianos y de escala familiar. En estos casos, el INTA y el INTI comparten la posición como principales fuentes de conocimientos. El INTA cuenta con una planta piloto para producción de queso de 200 litros, mientras el INTA tiene una con capacidad para procesar 2000 litros. En materia de queso de oveja para pequeños productores, aparece el Instituto Nacional de Lactología Industrial (INLAIN), que surge a través de un acuerdo de cooperación entre el CONICET y la Universidad Nacional del Litoral (UNL).

La tercera avenida corresponde a la diferenciación de productos –productos lácteos funcionales–. Este tipo de productos requiere el desarrollo

de microorganismos que son agregados durante la elaboración. Para llevar adelante el desarrollo de estos microorganismos, se requiere disponer de facilidades específicas y conocimientos pertinentes, en particular en el área de la biotecnología. Existen centros públicos de investigación con alto grado de especialización en esta área. Uno de ellos es el ya mencionado INLAIN, a través de su Área de Microbiología, y otro es el Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA), dependiente del CONICET y de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), localizado en la ciudad de San Miguel de Tucumán. Si bien está alejado geográficamente de la región productiva en estudio, existen acuerdos de cooperación entre este centro y empresas de la región para el desarrollo de productos diferenciados.

### Introducción de una semilla de arroz no transgénica resistente a herbicidas de la familia de las imidazolinonas en la provincia de Entre Ríos

Este caso presenta dos aspectos interesantes para destacar. En primer lugar, hay que señalar el carácter no transgénico de la semilla para su resistencia al herbicida, lo que lo hace un producto amigable para el ambiente y es, así, una alternativa viable para mercados que muestran una marcada aversión a los productos genéticamente modificados.

Esta semilla fue obtenida por el INTA a través de su programa de mejoramiento genético por mutagenesis inducida. La variedad obtenida fue registrada como PUITÁ-INTA CL por el INTA. Además de su resistencia a herbicidas de la familia de las imidazolinonas, la variedad ha mostrado altos niveles de producción, alta calidad y buena adaptabilidad a climas tropicales y subtropicales.

La comercialización de la variedad ha sido licenciada por el INTA a la Fundación PROARROZ, de la provincia de Entre Ríos, y a la compañía BASF & CO. La primera se ocupa de la comercialización en el país, Uruguay y Brasil y la segunda, en el resto del mundo.

De esta manera, aun cuando la producción de arroz es exportada como una *commodity*, la semilla desarrollada integra un paquete tecnológico que es comercializado por una firma transnacional que paga regalías a una ICyT.

El segundo aspecto para destacar es la semilla obtenida por el INTA como herramienta para recuperar áreas improductivas infestadas con arroz rojo. Esta es una maleza difícil de controlar debido a que presenta

características similares al arroz por lo que los herbicidas tradicionales que actúan sobre la maleza lo hacen de la misma forma sobre el arroz sembrado.

La cadena de valor asociada a la producción de arroz en la provincia de Entre Ríos estuvo muy sensibilizada a los problemas del arroz rojo y de la calidad asociada a los requerimientos de los mercados externos. El INTA, a través de sus unidades presentes en la región, estuvo permanentemente involucrado en la búsqueda de soluciones a los problemas que se le van planteando a la producción. Por este motivo, las variedades desarrolladas por esa institución fueron rápidamente adoptadas y difundidas por los productores locales.

Al mismo tiempo, el INTA fue uno de los fundadores de la Fundación PROARROZ. Esta fundación fue creada a partir de la sensibilización de un pequeño grupo de actores sobre la problemática productiva. Esta sensibilización fue creciendo a lo largo de la cadena, lo que significó el progresivo aumento de integrantes de la Fundación. Las actividades de la Fundación PROARROZ son sostenidas a través de la contribución de productores y la industria según lo establecido en la Ley N° 9.228 de la provincia de Entre Ríos, para el desarrollo y promoción de la producción arrocería en la provincia. El INTA y las universidades locales son las únicas ICyT presentes en la región productiva e involucradas en la producción de arroz.

## Producción tradicional de olivo en Aimogasta, provincia de La Rioja

La problemática de la producción tradicional de olivo en la localidad de Aimogasta, provincia de La Rioja, emerge de la ley nacional de promoción y desarrollo económico que difiere el pago de impuestos por la inversión en actividades agroindustriales. La política de diferimiento impositivo implementada a través de una ley nacional persigue el objetivo de promover el cambio tecnológico –en el caso particular de la industria del aceite de oliva– para mejorar la competitividad global de la industria. Como consecuencia de la aplicación de esta política, grandes áreas en las provincias de La Rioja y Catamarca fueron reconvertidas cambiando variedades, ajustando métodos de manejo y de control sanitario e instalando capacidades para la producción de aceite de oliva de acuerdo con estándares internacionales.

En coexistencia con este tipo de producciones, aparecen pequeños productores de olivo que no puede reconvertirse por diversos factores, principalmente tres, que operan de manera interrelacionada. Problemas de escala –áreas de producción reducidas–, tenencia de la tierra irregular y

predios de producción que por proximidad a áreas urbanas no pueden ser afectados a actividades productivas. Este grupo de pequeños productores continúa produciendo la variedad nativa Arauco, principalmente destinada al mercado local como aceituna de mesa, lejos del óptimo tecnológico tanto en relación con la productividad como con el cuidado ambiental.

Se trata de un tipo de producción tecnológicamente rezagada respecto de la elaboración moderna que surge a partir de la reconversión mencionada. Por otra parte, los ingresos familiares de los productores provienen, principalmente, de su actividad como empleados de la administración pública, local y provincial, y no de la actividad productiva. Esto hace que dediquen un tiempo marginal a la producción por lo que los niveles de productividad son bajos y los riesgos ambientales, altos. En consecuencia, se requiere cierta intervención para la subsistencia social de este grupo de productores corrigiendo algunas prácticas que terminan agrediendo al ambiente donde viven. En este proceso aparecen dos cuellos de botella importantes. Por un lado, la baja adhesión al trabajo asociativo producto de experiencias fallidas que han experimentado en el pasado. Por otro, el desconocimiento, por parte de los productores, de procesos de transformación amigables con el ambiente. En particular, sobre este último aspecto, el problema se reduce a la difusión y adopción de conocimientos tecnológicos de disponibilidad pública.

La intervención es llevada a cabo por la Agencia de Extensión Rural Aimogosta, del INTA, en cooperación con los gobiernos local y provincial. La acción está enfocada en dos aspectos. La promoción del asociativismo entre los productores y la asistencia técnica para la producción de olivo y su transformación en aceituna de mesa.

El INTA es reconocido por los productores tradicionales de olivo y por diversos organismos de gobierno como un actor que puede agrupar a los productores a partir del consenso. Al mismo tiempo, es la única ICyT, de las presentes en la región, comprometida con la problemática. Si bien existen unidades de otras ICyT en esta región productiva, sus actividades están más relacionadas con la producción moderna que surge de los diferimientos impositivos debido a su importancia para el desarrollo regional.

**Cuadro 1. Síntesis de los aspectos más relevantes presentes en la evidencia empírica, en relación con los procesos de aprendizaje**

Caso	Clasificación según dinámica tecnológica	Características del sector privado	Tipo de conocimiento en juego
Industria: vitivinícola Región: Mendoza	Avanzada	Mayormente pymes familiares y cooperativas. Aparecen algunas transnacionales. Todas integradas verticalmente.	Científico Tecnológico Organizacional
Industria: láctea (medianas) Región: Cuenca central de la provincia de Santa Fe	Intermedia	Oligopólio parcial. Pequeño grupo de grandes empresas y gran cantidad de pymes (tambos e industria).	Científico Tecnológico
Industria: semillas - herbicidas (arroz no transgénico resistente a herbicidas) Región: Entre Ríos	Intermedia	Pymes (productores, semilleros e industria). Alta participación de pequeños productores. Una transnacional que comercializa tecnología Clearfield.	Científico Tecnológico
Industria: aceituna en conserva, producción tradicional de olivo Región: Aimogasta, provincia de La Rioja	Escasa	Pequeños productores (superficies inferiores a las 5 hectáreas).	Tecnológico Organizacional

Instituciones del ciencia y tecnología identificadas	Principal proveedor del conocimiento técnico o científico más relevante de la red	Tipo de aprendizaje	Nivel de apropiabilidad por la existencia de DPI	¿Quién se apropia?
INTA Universidades públicas y privadas de la región	INTA	Retroalimentación Investigación Exploración	Medio	Sector privado
INTA UNL CONICET INTI	Compartida	Retroalimentación Investigación Exploración	Medio	Sector privado
INTA UNER	INTA	Retroalimentación Investigación Exploración	Alto	Sector público
INTA, CONICET	INTA, preferentemente	Experiencia Uso Interacción	Nulo	Sociedad

DPI: Derechos de propiedad intelectual.

## Consideraciones finales

La evidencia descripta previamente pretende mostrar, de un modo estilizado, cómo las ICyT intervienen en los sistemas de innovación asociados a la producción agroalimentaria a nivel regional en los casos estudiados. En el cuadro 1 se sintetizan los aspectos de mayor relevancia identificados.

La producción agroalimentaria pertenece al grupo de actividades basadas en la explotación de recursos naturales y, como tal, puede considerarse como una actividad de baja dinámica tecnológica. A pesar de ello, puede encontrarse alguna ventana de oportunidad para considerarla como una herramienta para el desarrollo (Marín *et al.*, 2010) y para mejorar la calidad de vida de la sociedad.

A partir de las descripciones realizadas en la sección anterior, puede pensarse alguna relación entre la dinámica tecnológica de la industria analizada, el tipo de producto comercializado y el mercado destino de esos productos.

La industria vitivinícola en la provincia de Mendoza está enfocada en un producto principalmente dirigido al mercado externo siguiendo un alto estándar de calidad.

La industria láctea localizada en la cuenca central de la provincia de Santa Fe está enfocada en el mercado interno con excepción de la leche en polvo, que es exportada como una *commodity*. En la producción destinada al mercado interno coexisten productos de consumo masivo, sin diferenciación, productos altamente diferenciados por su funcionalidad y conveniencia y productos de tipo artesanal, como el queso de oveja destinado al consumo local.

En el caso estudiado vinculado a la producción arroceras en la provincia de Entre Ríos, se pueden marcar dos aspectos que conducen el análisis en diferentes direcciones. Por un lado, la producción de arroz es comercializada como *commodity* sin ningún tipo de diferenciación y siguiendo parámetros de calidad establecidos en los mercados externos. La comercialización del producto en el mercado interno está limitada por el bajo consumo per cápita del cereal. Por otro lado, se tiene un producto biotecnológico, desarrollado por una ICyT que licencia sus derechos de comercialización fuera de la región a una compañía química transnacional.

Por último, la producción tradicional de olivo en la ciudad de Aimogasta, provincia de La Rioja no está condicionada por el tipo de producto, sino por los aspectos sociales y ambientales que deben ser resueltos.

Para cada caso puede identificarse una red de aprendizaje, asociada al sistema de innovación, en la que la circulación de conocimientos persigue

objetivos diferentes. En la sección precedente se ha presentado una descripción somera de los actores relevados en cada caso.

El INTA, fundado con una orientación productiva definida, es la ICyT pública comprometida en la producción de agroalimentos con capacidad para cubrir actividades de extensión, científicas y tecnológicas. La participación de otras ICyT está condicionada por otros factores entre los que se pueden señalar, primero, su presencia territorial, segundo, la dinámica tecnológica de la producción –condicionada, a su vez, por el tipo de producto comercializado– y tercero, el tipo de problemática –si es de carácter científica y tecnológica o social.

La industria vitivinícola en la provincia de Mendoza toma como sus principales fuentes de conocimientos al INTA y a los proveedores de insumos –muchos de ellos de tipo transnacional–. En este caso, aun cuando existen agencias del INTI o del CONICET en la región, no se observó su participación activa en la circulación de conocimientos. La red de aprendizaje relevada muestra una alta densidad con la participación de actores de la producción, de la industria, de los gobiernos nacional, provincial y local y de organizaciones sociales.

En el caso de la industria láctea en la cuenca central de la provincia de Santa Fe se encuentra una mayor intervención de ICyT. Existe una circulación de conocimientos diferenciada por su especialidad y hay una división del trabajo entre las ICyT intervinientes definida por las capacidades científicas y tecnológicas de cada una.

En el caso de la producción arrocerá en la provincia de Entre Ríos, el INTA es la ICyT con mayor compromiso productivo, este y las universidades locales son las únicas presentes en la región. El INTA es tomado como referente, por productores e industria, en materia científica, tecnológica y asociativa.

En el caso de la producción tradicional de olivo en la localidad de Aimogasta, en La Rioja, la red de aprendizaje asociada está mayormente orientada a la intervención social. Si bien se nutre de conocimientos científicos y tecnológicos, estos son estandarizados y de disponibilidad pública. El impacto buscado, en esta situación, es sobre todo social y ambiental.

Los casos presentados muestran con claridad la tensión que emerge entre el empuje de la oferta (científica) de conocimientos y la tracción de la demanda (productiva) de conocimientos. Cuando oferta y demanda coinciden, la participación de las ICyT en las redes de aprendizaje es proactiva y conducida por la especialización científica y tecnológica de cada una. Esto es lo que se observa en el caso de la industria láctea en la cuenca central de la provincia de Santa Fe, donde el INTA, el INTI, el CONICET y las uni-

versidades dividen sus participaciones en la red de aprendizaje asociada. Cuando esa coincidencia no se expresa, la única intervención sistémica es la del INTA, como en los casos de Mendoza, La Rioja y Entre Ríos.

La intervención del INTA en todos los casos puede ser explicada a partir de su creación, a mediados del siglo xx, como respuesta a una demanda productiva. Otras ICyT, como el INTI, el CONICET o las universidades, condicionan su intervención en las redes de aprendizaje por la tensión oferta-demanda que puede aparecer por diversos factores: dinámica tecnológica del sector productivo, presencia territorial, etcétera.

Esta afirmación podría ser discutida tomando como contexto los resultados presentados por Codner *et al.* (2012). Este grupo ha mostrado la apropiación de resultados científicos producidos en el país y publicados en revistas científicas internacionales a través de patentes presentadas en el exterior por empresas extranjeras. A partir de una muestra de investigadores que llevan adelante tareas de investigación en la Universidad Nacional de Quilmes en el área de biotecnología, el estudio muestra cómo sus trabajos publicados son citados como sustento científico para las patentes que se están solicitando. Uno de los datos que muestran estos investigadores es que pueden llegar a transcurrir hasta trece años entre la fecha de publicación del trabajo científico y la fecha de presentación de la solicitud de patente en el exterior en la cual se lo cita. El período más corto es de dos años y, en promedio, transcurre un tiempo de 6,9 años (Codner *et al.*, 2012).

El trabajo de Codner *et al.* viene a mostrar que, siendo el área de biotecnología un sector dinámico desde el punto de vista tecnológico, la falta de convergencia de oferta y demanda hace que los resultados científicos sean apropiables después de un tiempo prolongado desde su publicación (6,9 años, en promedio). Esto indica que la vieja concepción lineal del proceso innovativo continua aún vigente.

Es importante señalar la necesidad de contar con estudios, a partir de datos primarios, que muestren cómo se asignan los recursos en los proyectos del FONCyT recortando sobre los diferentes sectores de la economía nacional. Esto permitirá conocer cómo se integra la institucionalidad a partir de los recursos (técnicos, humanos, financieros, de infraestructura, etcétera) asignados para el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas vinculadas con los diversos sistemas productivos. De este modo, se llegará a tener una idea, bastante aproximada, de cómo se conforman las redes de aprendizaje correspondientes.

## Bibliografía

- Anlló, G.; Bisang, R y Salvatierra, G. (2010). *Cambios estructurales en las actividades agropecuarias. De lo primario a las cadenas globales de valor*, Buenos Aires: Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Disponible en: [http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/4/41654/P41654.xml&xsl=/publicaciones/ficha.xsl&base=/publicaciones/top\\_publicaciones.xsl#](http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/4/41654/P41654.xml&xsl=/publicaciones/ficha.xsl&base=/publicaciones/top_publicaciones.xsl#)
- ANPCyT (2010). *Gestión 080910. Informe de actividades generales*, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en: [http://www.agencia.gov.ar/IMG/pdf/IDG080910\\_WEB.pdf](http://www.agencia.gov.ar/IMG/pdf/IDG080910_WEB.pdf)
- ANPCyT (2011). *Gestión 2011*, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en: [http://www.agencia.gov.ar/IMG/pdf/ANPCyT\\_GESTION-2011.pdf](http://www.agencia.gov.ar/IMG/pdf/ANPCyT_GESTION-2011.pdf)
- Bisang, R. y Gutman, G.E. (2005). “Redes agroalimentarias y acumulación: reflexiones sobre la experiencia reciente en el MERCOSUR”, en Casalet, M.; Cimoli, M. y Yoguel, G. (eds.), *Redes, jerarquías y dinámicas productivas. Experiencias en Europa y América Latina*, México: Miño y Dávila.
- Blengino, C. (2011). “Situación de la industria de alimentos y bebidas”, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/AyB/informes/AyB\\_Anuual\\_2010.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/AyB/informes/AyB_Anuual_2010.pdf)
- Brieva, S. (2006). “Dinámica socio-técnica de la producción agrícola en países periféricos: configuración y reconfiguración tecnológica en la producción de semillas de trigo y soja en Argentina, desde 1970 a la actualidad”, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Académica Argentina. Programa de Doctorado en Ciencias Sociales. Tesis para acceder al grado de doctor. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: [http://www.flacso.org.ar/uploaded\\_files/Publicaciones/Tesis\\_Susana\\_Silvia\\_Brieva\\_vd.pdf](http://www.flacso.org.ar/uploaded_files/Publicaciones/Tesis_Susana_Silvia_Brieva_vd.pdf)
- Callon, M. (2001). “Cuatro modelos de la dinámica de la ciencia”, en Ibarra, A. y López Cerezo, J.A. (eds.), *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*, Madrid: OEI, Biblioteca Nueva, 27-69.

- Codner, D. (2011). "Alcances, resultados e impacto del FONCYT entre 2006 y 2010", en Porta, F. y Lugones, G. (dirs.), *Investigación científica e innovación tecnológica en Argentina. Impacto de los fondos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica*, Bernal: UNQ, 133-181.
- Codner, D.; Becerra, P. y Díaz, A. (2012). "Blind technology transfer or technological knowledge leakage: A case study from the south", *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 7, n° 2, 184-195.
- COVIAR (2004). Plan Estratégico Argentina Vitivinícola 2020. Disponible en: [www.vitivinicultura2020.com.ar](http://www.vitivinicultura2020.com.ar)
- Chudnovsky, D.; López, A.; Rossi, M. y Ubfal, D. (2006). "Evaluating a program of public funding of scientific activity. A case study of FONCYT in Argentina", Office of Evaluation and Oversight, OVE Inter-American Development Bank Washington, D.C. Working Paper: OVE/WP-12/06. Disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=907636>.
- Freeman, C.; Clark, J. y Soete, L. (1982). *Unemployment and technical innovation. A study of long waves and economic development*, Londres: Continuum International.
- Ghezán, G.; Mateos, M. y Everdín, J. (2001). *Impacto de las políticas de ajuste estructural en el sector agropecuario y agroindustrial: el caso de Argentina*. Serie Desarrollo Productivo, n° 90. Santiago de Chile: CEPAL.
- Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P. y Trow, M. (1994). *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*, Londres: Sage.
- Gutman, G.E. y Cesa, V. (2004). "Innovación y cambio tecnológico en las industrias de la alimentación en Argentina", en Bisang, R.; Lugones, G. y Yoguel, G. (eds.), *Apertura e innovación en Argentina. Para desconcertar a Vernon, Schumpeter y Freeman*, Buenos Aires: Miño y Ávila-Redes-UNGS.
- Gutman, G.E. y Lavarello, P. (2002). "Transformaciones recientes de las industrias de la alimentación en Argentina: transnacionalización, concentración y (des) encadenamientos tecnológicos", *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, n° 17, PIEA.
- Harty, C. (2008). "Implementing innovation in construction: Contexts, relative boundedness and actor-network theory", *Construction Management and Economics*, 26, 10, 1029-1041.

- Harty, C. (2010). "Implementing innovation: Designers, users and actor-networks", *Technology, Analysis & Strategic Management*, 22, 3, 297-315.
- INTA (2011). "Informe cartera de proyectos 2009-2011 y PROFEDER. Síntesis", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: <http://intranet.inta.gov.ar/documentacion-institucional/informes-de-gestion/10%20-%20Informe%20Cartera%20de%20Proyectos%20%20y%20PROFEDER%202009-2011.doc>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social. An introduction to Actor-Network Theory*, Nueva York: Oxford University Press.
- López, A.; Reynoso, A.M. y Rossi, M. (2010). "Impact evaluation of a program of public funding of private innovation activities. An econometric study of FONTAR in Argentina", Inter-American Development Bank Office of Evaluation and Oversight Working Paper: OVE/WP-03/10. Disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35469026>
- Lundvall, B. (1992). "Introduction", en Lundvall, B. (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*, Londres: Printer.
- Marín, A.; Navas, L. y Pérez, C. (2010). "The possible dynamic role of natural resource-based networks in Latin American development strategies", II Congreso Anual, Asociación de Economía para el Desarrollo de la Argentina: "Lineamientos para un cambio estructural de la economía argentina. Desafíos del bicentenario", Buenos Aires, Argentina.
- MINCYT (2008a). *Indicadores de Ciencia y Tecnología. Argentina 2007*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Presidencia de la Nación.
- MINCYT (2008b). *Boletín Estadístico Tecnológico. Agroalimentos*, n° 1, agosto-septiembre, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en: [http://www.mincyt.gov.ar/multimedia/archivo/archivos/bet\\_agroalimentos.pdf](http://www.mincyt.gov.ar/multimedia/archivo/archivos/bet_agroalimentos.pdf)
- Nelson, R. (2007a). "Economic development from the perspective of evolutionary economic theory", The Global Network for Economics of Learning, Innovation, and Competence Building System (GLOBELICS). Working Papers Series n° 2007-02. Disponible en: [www.globelics.org](http://www.globelics.org)
- Nelson, R. (2007b). "Institutions, 'social technologies', and economic progress", The Global Network for Economics of Learning, Innova-

- tion, and Competence Building System (GLOBELICS). Working Papers Series nº 2007-03. Disponible en: [www.globelics.org](http://www.globelics.org)
- Nogués, J. y Porto, A. (2007). "Evaluación de impactos económicos y sociales de políticas públicas en la cadena agroindustrial", Buenos Aires: Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina. Disponible en: [www.foroagroindustrial.org.ar](http://www.foroagroindustrial.org.ar)
- Pavitt, K. (1984). "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, 13, 343-373.
- Ruiz, A.M. y Vitale, J.A. (2011). "Prospectiva y estrategia: el caso del Plan Estratégico Vitivinícola 2020 (PEVI)" [Foresight and strategy: The case of the Viticulture Strategic Plan 2020 (PEVI)], *Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales*, nº 7, Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Sánchez, G. (2010). "Inserción del INTA en redes de innovación de diferentes tramas agroalimentarias regionales". Tesis presentada para la obtención de la Maestría en Gestión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Los Polvorines: UNGS.
- Sánchez, G. y Bisang, R. (2011). "Learning networks in innovation systems at sector / regional level in Argentina: Winery and dairy industries", comunicación personal.
- Schumpeter, J.A. (1976). *Capitalism, socialism and democracy*, Nueva York: Harper and Row.
- Versino, M.S. (2006). "Análise sócio-técnica de processos de produção de tecnologias intensivas em conhecimento em países subdesenvolvidos. A trajetória de uma empresa nuclear e espacial argentina (1970-2005)". Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica. Tesis presentada en el Instituto de Geociências como parte de los requisitos para la obtención del título de doctor en Política Científica e Tecnológica. Campinas, Brasil. Disponible en: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000392993&fd=y>

# Cómo el contexto influye en la configuración y desempeño de la tecnología: el caso del algodón transgénico en sistemas productivos de grandes y pequeños agricultores\*

VALERIA ARZA\*\*

PATRICK VAN ZWANENBERG\*\*\*

---

## Introducción

La Argentina fue el primer país latinoamericano en comercializar cultivos genéticamente modificados (GM) y lo ha hecho en una escala y con una velocidad sin paralelo en otras partes del continente. Aparecieron comercialmente por primera vez en 1996 y en el año 2012 explicaban prácticamente la totalidad del área sembrada con soja y algodón y un 80% de la superficie dedicada al maíz; en total, unos 19 millones de hectáreas,<sup>1</sup> lo que hace de la Argentina el tercer productor mundial de cultivos transgénicos

---

\* Este trabajo fue publicado originalmente en inglés por los autores en el número especial *Biotechnology, controversy, and policy: Challenges of the bioeconomy in Latin America* de la revista *Technology in Society*; ver van Zwanenberg y Arza (en prensa).

\*\* CONICET, Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT), Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT), Buenos Aires, Argentina.

1 Información de Argenbio, [www.argenbio.org/](http://www.argenbio.org/), último acceso junio 2012.

(James, 2010). Como en el resto de los lugares donde se han adoptado, las nuevas semillas GM fueron introducidas mediante mercados privados teniendo como destino principal la agricultura comercial. En la Argentina, los estudios de impacto a nivel de chacra indican que las tecnologías de cultivos resistentes a insectos y tolerantes a herbicidas han contribuido al aumento tanto de la productividad como de los ingresos del productor debido, por un lado, a la reducción en los costos de mano de obra, agroquímicos y de gestión y, por otro, al aumento de los rendimientos como consecuencia de la reducción de las pérdidas por daños de plagas y a la capacidad, en algunas localidades, de duplicar los cultivos por lote de tierra combinando soja con trigo para una misma temporada agrícola (Trigo y Cap, 2003).

Al igual que otros países latinoamericanos, la Argentina presenta dos sistemas agrícolas claramente diferenciados; uno basado en la agricultura comercial intensiva en capital y otro basado en la agricultura de pequeña escala intensiva en mano de obra familiar. Las semillas GM se han adoptado también en el segundo sistema, especialmente en el noreste de la Argentina, una región tradicionalmente algodонера con alta incidencia de pequeños propietarios. Las evaluaciones existentes del impacto económico de las nuevas biotecnologías en la Argentina no se han focalizado, sin embargo, en la pequeña producción. Las dos evaluaciones de impacto del algodón GM publicadas se basan, respectivamente, en información de encuestas a grandes productores de algodón que adoptaron variedades resistentes a insectos (Qaim y De Janvry, 2005) y en ejercicios de modelización basados en el rendimiento promedio y variaciones de los costos derivados de ensayos experimentales en grandes explotaciones, también con variedades resistentes a insectos (Trigo *et al.*, 2002) que fueron actualizados años después (Trigo, 2011; Trigo y Cap, 2006). Los autores de ambos estudios sugieren, sin embargo, que las mejoras observadas en la productividad de las chacras se aplicarían a los pequeños productores también (aunque con salvedades menores). De hecho, en general, los estudios de impacto en la Argentina provenientes de la economía agrícola han sostenido sistemáticamente que, dado que las nuevas biotecnologías agrícolas son tecnologías divisibles, los beneficios les corresponden o deberían corresponder tanto a productores grandes como pequeños (Argenbio, 2008; Lema y Penna, 2001; Penna y Lema, 2003; Roca, 2003). Afirmaciones similares se han hecho sobre los cultivos GM en otras jurisdicciones también (Gómez-Barbero y Rodríguez-Cerezo, 2006; Qaim, 2009). El supuesto clave que está por detrás de estos enunciados es que las tecnologías son o deberían ser las mismas en todas partes y que, por tanto, son de esperar los mismos

efectos. O, para decirlo de otra manera, tanto las *características* como las *consecuencias* de la nueva tecnología se asumen como determinadas antes y distantes del contexto de adopción.

Varias décadas de trabajo en los estudios sociales de la tecnología sugieren, sin embargo, que esta hipótesis merece un análisis mucho más cuidadoso. La tecnología, en esta literatura, es entendida no solo como artefactos materiales, sino más bien como un conjunto heterogéneo de materiales, aparatos, conocimientos, habilidades, rutinas, infraestructura e instituciones (Pinch y Bijker, 1987; Smith *et al.*, 2005; Williams y Edge, 1996). La forma específica en que estos diversos elementos y procesos sociales y técnicos se unen o se configuran determina cómo una tecnología “funciona” (Russell y Williams, 2002). Incluso los artefactos individuales, como una semilla GM, contienen materiales y componentes que necesitan ser desarrollados y combinados en dispositivos funcionales y esto demanda habilidades e instituciones (Rip y Kemp, 1998). De esta forma, una semilla GM, requiere, entre otras cosas, la integración de germoplasma, posiblemente proveniente de variadas fuentes, secuencias genéticas que confieran, por ejemplo, tolerancia a los herbicidas, instituciones para capacitar y emplear a los criadores de semillas e ingenieros que fabriquen dichos artefactos, las habilidades e infraestructura para llevar a cabo el fitomejoramiento y la modificación genética y para multiplicar semillas para su distribución entre productores, instituciones regulatorias para garantizar adecuados niveles de calidad de semillas, etcétera. Los artefactos individuales, por sí mismos, no cumplen ningún propósito. Solo en asociación con otros artefactos, técnicas, instituciones sociales y mediante la intervención humana pueden proporcionar una función deseada. Nuestra semilla GM debe estar vinculada con las habilidades, capacidades y recursos de los productores, con técnicas y herramientas para la siembra y la cosecha; con herbicidas, con mercados de insumos y de producción, con la infraestructura para la logística y distribución, con los mercados de crédito, y así sucesivamente. Así “... es cómo la tecnología moderna está organizada: en una configuración que funciona”<sup>2</sup> (Rip y Kemp, 1998: 330). Ya sea que se vean como artefactos o sistemas, las tecnologías son logros sociotécnicos híbridos. En resumen, esta perspectiva sociotécnica sostiene que las tecnologías están formadas por estructuras económicas, sociales, culturales e institucionales particulares. Los procesos sociales que intervienen en el desarrollo y alineación de los diferentes tipos de

---

2 La noción de una tecnología que ‘funciona’ en esta literatura no refiere al sentido binario de algo que funciona o no funciona, sino al hecho de que la tecnología puede funcionar de diferentes maneras de acuerdo con cómo se configure.

dispositivos, materiales, instituciones y relaciones sociales para crear una tecnología que funcione han sido mayormente explorados por la literatura en relación con el diseño de objetos y sistemas tecnológicos, como la bicicleta moderna o los sistemas de generación de electricidad (Bijker, 1995; Hughes, 1987). Sin embargo, es importante hacer hincapié en que estos tipos de procesos de configuración están siempre en curso. En parte, esto se debe a que las tecnologías dependen de la compatibilidad permanente de los componentes técnicos y de la infraestructura e instituciones de apoyo (Russell y Williams, 2002: 49). Sin embargo, aún más importante para nuestros propósitos, la tecnología también puede estar configurada y funcionar de diferente maneras, tener diferentes efectos y consecuencias, en relación con los contextos de adopción y aplicación (Kline y Pinch, 1996; Russell y Williams, 2002: 72). Los estudios empíricos sobre la difusión de tecnologías entre empresas y la transferencia de tecnología de un contexto a otro ilustran este fenómeno mostrando cómo los procesos locales de configuración pueden involucrar tanto modificaciones de los artefactos así como cambios en los actores y procesos que estructuran la forma en que los artefactos funcionan, ya sea en las prácticas organizacionales dentro de las empresas, en los mercados de insumos, en las expectativas y habilidades de los usuarios o en las reglas institucionales (Mcloughlin *et al.*, 2000; Russell y Williams, 2002: 73).

La literatura económica sobre evaluaciones de impacto de la biotecnología agrícola ha mostrado cierto grado de apreciación de este punto de vista sociotécnico sobre la difusión de tecnología. Por ejemplo, los dos análisis de impacto económico del algodón resistente a los insectos en la Argentina citados anteriormente sugieren que las mejoras de productividad observadas en las encuestas y los ensayos en explotaciones grandes (como consecuencia, principalmente, de la reducción de las pérdidas por daños de plagas) probablemente no serían exactamente iguales para los pequeños productores, dadas las distintas circunstancias socioeconómicas de producción. En concreto, uno de los estudios sugiere que, dado que los pequeños productores usan menos pesticidas que los grandes productores, el aumento en los rendimientos sería aún mayor si la tecnología fuera adoptada por los pequeños productores que el observado en las grandes explotaciones (Qaim y De Janvry, 2005). El otro estudio asume que, dado que los pequeños suelen tener un acceso menos favorable al capital con el que poder comprar semillas GM, la velocidad de difusión de la tecnología sería relativamente más lenta para los pequeños productores, aunque con los mismos beneficios que para los productores adoptantes (Trigo y Cap, 2006). Nuestro argumento en este artículo es que este tipo de advertencias

subestiman radicalmente el carácter local en el que funcionan los sistemas tecnológicos agrícolas. Esto es así no solo en términos del número de elementos contextuales claves para caracterizar ambos sistemas de producción (más allá del acceso al capital o las prácticas relativas al uso de pesticidas), sino también en las características materiales mismas de los artefactos utilizados (por ejemplo, las semillas GM, el tipo de maquinaria de siembra y cosecha, etcétera).

Nuestro propósito en este trabajo es caracterizar la configuración de semillas GM de algodón en dos sistemas distintos de producción (grandes productores y pequeños productores familiares) y poner de relieve las implicancias que tienen esas configuraciones para el desempeño de la tecnología. En las secciones que siguen, primero delineamos el carácter heterogéneo de la agricultura argentina y las características de la producción de algodón. A continuación, se describen las configuraciones de los artefactos GM dentro de los sistemas de producción a gran y pequeña escala, respectivamente, en la principal región algodonera de la Argentina: la provincia del Chaco. De este modo, podemos destacar cómo las instituciones públicas, tanto regulatorias como de investigación agrícola (dos campos en los que la política pública tiene incidencia significativa), han mediado dichas configuraciones para reflexionar sobre el alcance que tienen o podrían tener las políticas públicas al intervenir en los procesos de configuración, sobre todo con el objetivo de apoyar a los pequeños productores.

El trabajo empírico en el que se basa este artículo fue realizado entre 2008 y 2012 e incluye nueve grupos focales realizados con productores de la provincia del Chaco, cincuenta y dos entrevistas con investigadores y técnicos de extensión agrícola del sector público, cooperativas, personal de la empresa de semillas y funcionarios del gobierno, realizadas entre 2008 y 2012 tanto en la provincia del Chaco como en la ciudad de Buenos Aires, y dos talleres realizados en esta última ciudad con funcionarios del gobierno, reguladores y académicos.<sup>3</sup>

---

3 El trabajo empírico fue realizado como parte de tres proyectos de investigación financiados por el Centro STEPS de la Universidad de Sussex que, a su vez, está financiado por el Economic and Social Research Council (ESRC) de Gran Bretaña, por el International Centre for Development Research (IDRC) de Canadá, por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, PIP 112-200801-02758) de la Argentina y por el proyecto “Cómo mejorar el impacto socioeconómico de la colaboración público-privada en I+D en el sector de biotecnología agropecuaria”, financiado por la Red Mercosur en 2012. En el marco de estos proyectos se escribieron artículos académicos, como Arza *et al.*, 2010; van Zwanenberg *et al.*, 2011; van Zwanenberg *et al.*, 2012; Arza *et al.* 2012.

## El sistema dual de la producción agrícola en la Argentina

El sector agrícola de la Argentina es muy heterogéneo; está compuesto por explotaciones comerciales muy grandes, que producen la mayor parte de las exportaciones agrícolas del país, así como por numerosas pequeñas propiedades, muchas de ellas con una superficie insuficiente para sostener a una familia a partir exclusivamente del producto agrícola (Verner, 2006). A nivel nacional, las explotaciones de más de 1.000 hectáreas (7,6% de todas las explotaciones) ocupan el 75% de la superficie agrícola total, mientras que aquellas con menos de 25 hectáreas (35% del total de explotaciones) ocupan solo el 1% de la tierra (UPOV, 2005). Fuera de la región pampeana, una de las mayores extensiones de tierra cultivable en el mundo y donde las explotaciones comerciales producen alrededor del 80% de las exportaciones agrícolas, el tamaño de las explotaciones es, en promedio, mucho más pequeño. Un estudio del Banco Mundial realizado en 2003 en cuatro provincias del país que, en conjunto, representan alrededor de un tercio de la población rural de la Argentina,<sup>4</sup> indicó que el 30% del total de las explotaciones eran de menos de 1 hectárea, otro 20% estaba entre 1 y 10 hectáreas, el 30% tenía entre 10 y 100 hectáreas, mientras solo el 20% era de más de 100 hectáreas (Verner, 2006).

Mientras que los productores más grandes representan el segmento de la población de altos ingresos, los pequeños suelen vivir en condiciones muy precarias y en situación de pobreza crónica. El estudio del Banco Mundial antes citado indica que el 54% de los hogares rurales de las cuatro provincias mencionadas estaba por debajo del umbral de pobreza de los Estados Unidos (US\$ 40 por mes por adulto) y el 33% de los hogares, en situación de pobreza extrema, que se define como un nivel de ingresos por debajo del necesario para comprar alimentos con un valor calórico de 2.700 calorías por día para cada miembro del hogar. Más de las tres cuartas partes de los jefes de hogares en situación de pobreza extrema en las áreas rurales dispersas declararon que la agricultura era su principal forma de empleo y eran mayormente pequeños propietarios de tierras antes que campesinos sin tierra (Verner, 2006).

A pesar de que la heterogeneidad en el tamaño de la tierra y los ingresos agrícolas (y de muchos otros factores) ha sido desde hace mucho tiempo una característica típica de la agricultura argentina, las disparidades se han exacerbado en los últimos veinte años, tras cambios significativos en la estructura del sector agrícola inducidos por una serie de cambios económicos y políticos asociados a la liberalización económica de la dé-

---

4 Chaco, Santa Fe, Santiago del Estero y Mendoza.

cada de 1990. Esos cambios incluyen: a) un acelerado proceso de intensificación en el uso de los bienes de capital, fertilizantes y agroquímicos, principalmente en las tierras cultivables más grandes; b) el uso de lo que hasta entonces eran áreas marginales para la producción agrícola a través de la utilización de nuevas técnicas agronómicas, y c) la transformación del modelo de organización de la producción agrícola (Bisang y Gutman, 2003; Trigo *et al.*, 2002).

La intensificación tecnológica ha sido más profunda en la región pampeana. La reducción de costos y el ahorro de trabajo asociados al cambio tecnológico han dado lugar a un rápido proceso de concentración agrícola y emigración rural y a un aumento sustancial de la producción de *commodities* agropecuarias a medida que los rendimientos aumentaban y se desplazaba la producción ganadera (Trigo *et al.*, 2002). Mientras que en 1990-1991 la Argentina produjo 40 millones de toneladas de cereales y oleaginosas, en 2010-2011 dicha cifra trepó a los 100 millones de toneladas.<sup>5</sup> Un componente importante de esta intensificación tecnológica fue la introducción comercial de la soja GM resistente al herbicida de amplio espectro glifosato en 1996. Existió una sinergia clave entre esta soja GM y los nuevos métodos de “siembra directa”, que permitió una reducción estimada del 10% en los costos de producción en relación con la producción de soja convencional, principalmente debido a costos más bajos en herbicidas, pero también a ahorros en mano de obra y en utilización de equipamiento (Qaim y Traxler, 2005).<sup>6</sup> Este paquete tecnológico también permitió que se redujera el intervalo de tiempo entre la cosecha de un cultivo (normalmente, trigo) y la siembra de soja, ampliándose de esta manera la frontera agrícola “virtual” del país

Las mejoras en la rentabilidad de la producción de soja, las nuevas técnicas agronómicas y la alta demanda mundial de este cultivo han conducido a una sobreespecialización de la producción agrícola de soja, que desde mediados de la década del 2000 representa más de la mitad de la producción agrícola de todo el país.<sup>7</sup> Las nuevas técnicas agronómicas, en particular la siembra directa, han hecho técnicamente posible la producción de soja en tierras hasta entonces marginales; de esta forma se exten-

---

5 Información del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, <http://www.siia.gov.ar/>, último acceso agosto 2012.

6 Los costos de las semillas GM fueron más bajos de lo que podrían haber sido ya que Monsanto no patentó en el país el gen que le da a la soja GM tolerancia al herbicida.

7 Información del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, <http://www.siia.gov.ar/>, último acceso agosto 2012.

dió el cinturón de producción de soja hacia el norte del país desplazando a otros cultivos o desmontando tierra previamente cubierta de bosques. Asimismo, nuevos modelos de organización de la producción agrícola han acompañado estas innovaciones tecnológicas. En particular, el modelo tradicional en el que los agricultores explotan su propia tierra, bajo su propio riesgo, y controlan la mayor parte del proceso de producción ha sido desplazado hacia un modelo contractual en el que empresarios que tienen maquinaria y conocimiento alquilan múltiples extensiones de tierra para cultivar (Bisang *et al.*, 2008).

Los agricultores más grandes, por lo general, han incorporado y/o adaptado estas innovaciones tecnológicas y organizacionales, pero los pequeños agricultores, con acceso limitado al capital y pequeñas parcelas de tierra, han tenido que luchar para sobrevivir como lo indica la desaparición de un tercio de todas las explotaciones durante la década de 1990 y un fuerte aumento de tamaño medio de las explotaciones (Trigo *et al.*, 2002). En resumen, las diferencias entre explotaciones altamente capitalizadas, con acceso a la tecnología y alta productividad, en un extremo, y en el otro, un grupo de pequeños productores con acceso marginal a la tecnología y que obtienen ingresos de la agricultura relativamente escasos se han agravado en las últimas dos décadas.<sup>8</sup>

## La producción de algodón en la provincia de Chaco

El algodón representa una proporción relativamente pequeña de la producción agrícola nacional, pero es un cultivo importante en el noreste del país. En 2010-2011, se cultivó algodón en poco menos de 700.000 hectáreas y se produjo un poco más de un millón de toneladas.<sup>9</sup> El empleo directo generado por la producción de algodón es de alrededor de 100.000 personas, 25.500 de las cuales son productores, el 83% de los cuales son pequeños (Diario Formosa, 2011). Alrededor de dos tercios de la producción de algodón se cultiva en la provincia del Chaco, una región semiárida de casi 100.000 kilómetros cuadrados cercana a la frontera con Paraguay. La provincia es una de las más pobres de la Argentina. Datos de 2002-2003 indican que el 75% de la población en áreas rurales dispersas

---

8 Valenzuela y Scavo (2009) ofrecen un interesante relato de estos procesos para el caso del algodón en el Chaco.

9 Información del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, <http://www.sii.gov.ar/>, último acceso agosto 2012.

del Chaco tenía ingresos por debajo de la línea oficial de pobreza, y el 56% se encontraba en pobreza extrema (Verner, 2006).

El algodón ha sido cultivado en la provincia del Chaco desde el siglo XIX después de que la población nómada indígena fuera derrotada por el ejército argentino y el área fuera colonizada por inmigrantes europeos, que promovieron el cultivo del algodón en el marco de la política de colonización del Estado argentino. Muchos miles de colonos tuvieron que esperar meses para obtener títulos de propiedad, y en algunos casos no se les dio derecho a la tierra, lo cual ha contribuido a la aparición de un gran grupo de pequeños productores (Larramendy y Pellegrino, 2005).

Los productores de algodón chaqueños se pueden agrupar de acuerdo con el tamaño de sus explotaciones en tres grupos, que se resumen en la tabla 1 (basada en el censo nacional agropecuario con información disponible más reciente). Definimos a los pequeños productores como aquellos que cultivan menos de 25 hectáreas de algodón.<sup>10</sup> Constituyen las tres cuartas partes de los productores de algodón del Chaco y son responsables del 18% de la superficie sembrada con algodón en la provincia. Los grandes agricultores se definen como aquellas con más de 100 hectáreas. Representan el 6% de los productores de algodón de la provincia, pero el 50% de la superficie total de cultivos de algodón. Un grupo intermedio de los productores se define como aquellos que tienen entre 25 y 100 hectáreas y representan el 19% de los productores de algodón de la provincia y el 32% de la superficie sembrada con algodón. Los límites entre estos grupos son un tanto arbitrarios, pero la clasificación se basa en una taxonomía utilizada por otras investigaciones sobre la situación algodонера que apunta a demarcar diferentes circunstancias en términos de formas de vida y prácticas productivas (Elena *et al.*, 2000; Valenzuela y Scavo, 2011).<sup>11</sup> Por lo general, aquellos que cultivan menos de 25 hectáreas de tierra son agricultores de subsistencia, que producen algodón como único cultivo comercial. El cultivo se realiza manualmente, o con animales, y el trabajo es proporcionado por la familia. Los pequeños productores viven en una situación de pobreza crónica y son a menudo dependientes de la ayuda del gobierno para sobrevivir. Los productores de algodón con más de 100 hectáreas, en general, pueden acceder a equipamiento moderno, emplear mano de obra, diversificar la producción y aprovechan las economías de escala. El grupo que hemos denominado

---

10 A este grupo la literatura lo ha llamado también “minifundistas”.

11 Los mismos límites fueron usados por Valenzuela y Scavo (2011) para describir situaciones similares –aunque con diferente denominación– mientras Elena *et al.* (2000) utilizan como límites entre grupos las 20 y 90 hectáreas para situaciones similares.

productores medianos es diverso. Al igual que con los pequeños productores, suelen ser explotaciones familiares, pero generalmente producen una mayor diversidad de cultivos que los pequeños productores y pueden utilizar algunas máquinas –a menudo en malas condiciones– y contratar mano de obra. En nuestra investigación, restringimos la comparación a los grupos que hemos denominado “grandes” y “pequeños” productores (que representan un 81% del total de productores de algodón y el 68% de la superficie cultivada con algodón) con el fin de contrastar en extremo las diferentes formas de vida y las prácticas de producción de los productores de algodón del Chaco.

Tabla 1. Provincia del Chaco: distribución de los productores de algodón según tamaño, 2002

Tamaño	Superficie en hectáreas cultivadas con algodón	Porcentaje de productores	Superficie sembrada con algodón en porcentaje
Pequeño	0,1 a 25	75	18
Mediano	25 a 100	19	32
Grande	Más de 100	6	50

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), Censo Nacional Agropecuario 2002.

Hasta la década de 2000, el mercado de semillas de algodón en la Argentina estaba dominado por variedades convencionales desarrolladas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). El mejoramiento de semillas de algodón por parte del INTA se remonta a la década de 1960 y consistía en la hibridación de variedades locales con germoplasma de otros países. Las semillas del INTA se comercializaban de dos formas: a través de asociaciones cooperadoras que multiplicaban las semillas originales del INTA en campos pertenecientes a las estaciones experimentales de la institución y luego las vendían a los productores, especialmente de tamaño pequeño y mediano, o a través de acuerdos que el INTA establecía con la industria nacional de semillas mediante licencias para multiplicar sus variedades.

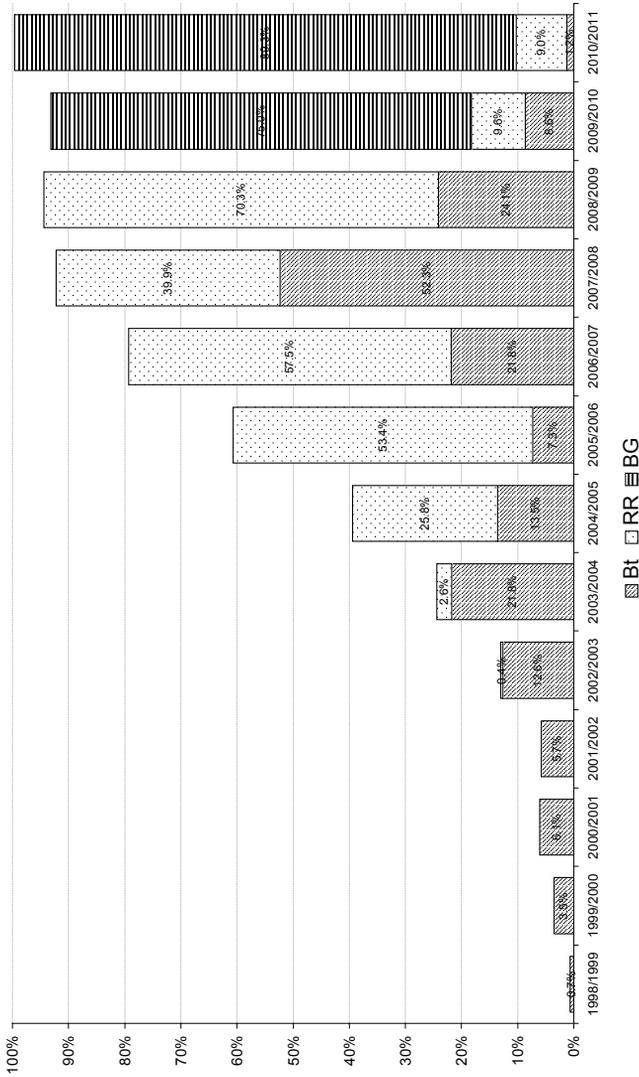
A partir de que Monsanto obtuvo la aprobación para la comercialización de un evento de algodón resistente a los insectos –con base en el gen

cry1Ac de la empresa que codifica la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), que es tóxica para algunos insectos lepidópteros— en 1998, un nuevo actor entró en el mercado de semillas de algodón. Una variedad de semilla de algodón basada en este evento fue introducida comercialmente ese año por una empresa llamada Genética Mandiyú, que había sido creada como un *joint venture* entre Monsanto, el dueño del evento algodón resistente a los insectos, Delta & Pine (que Monsanto compró más adelante), que proporcionó la variedad de algodón que en este caso se había criado en los Estados Unidos, y CIAGRO, una empresa local que contaba con una red de distribución de semillas importante en el noreste de la Argentina. Un par de años más tarde, en 2000, Genética Mandiyú también comenzó a comercializar una segunda variedad GM, una semilla tolerante a herbicidas basada en la inserción de genes de tolerancia al glifosato de Monsanto construida sobre una variedad de algodón exitosa originalmente desarrollada por el INTA. Para ello, Monsanto había sellado un acuerdo de licencia con el INTA en 1998, lo que le permitió a la empresa utilizar el germoplasma de variedades del INTA como base para sus propias variedades de semillas GM a cambio del pago de regalías al INTA.

El gráfico 1 ilustra la velocidad de difusión de las dos variedades, junto con una tercera variedad que contiene el evento “apilado”, aprobado en 2009, que combina la resistencia a los insectos y la tolerancia al herbicida. El gráfico muestra el porcentaje de adopción en términos de superficie total sembrada con semillas resistentes a insectos (Bt), tolerantes a herbicida (RR) y con ambas características apiladas (BG) para todo el país. Como lo indica el gráfico, la difusión fue lenta durante los primeros tres o cuatro años, pero a partir de entonces avanzó muy rápido, especialmente después de que se introdujera comercialmente la variedad tolerante al herbicida. En 2006-2007 el 80% de la superficie sembrada con algodón en la Argentina utilizaba variedades transgénicas y en 2010-2011 la nueva tecnología se utilizó prácticamente en toda el área sembrada con algodón. De hecho, en la actualidad es muy difícil conseguir variedades convencionales en los mercados de semillas.

Uno de los motivos que explican la amplia difusión es el carácter autó-gamo de la semilla de algodón (es decir que permite la autofertilización), lo que habilitó que fuera multiplicada de manera informal sin autorización de Genética Mandiyú ni control de calidad por parte del Instituto Nacional de Semillas (INASE). Según fuentes de la industria, las semillas de algodón GM no certificadas —conocidas como “bolsa blanca”— representaban más del 80% de las semillas GM sembradas en 2009.

Gráfico 1. Argentina: evolución del área sembrada con algodón GM (participación porcentual en el área sembrada con algodón)



Referencias: Bt: variedad resistente a insectos lepidópteros. RR: variedad tolerante al herbicida cuyo fondo genético proviene de una variedad originalmente desarrollada por el INTA. BG: evento apilado Bt+RR.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Argentina, para el área sembrada total, y del Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología (ArgenBio) para la adopción de algodón GM por tipo.

## La configuración del algodón GM para el grupo de grandes productores

Los productores de algodón con más de 100 hectáreas de producción han utilizado durante mucho tiempo equipamiento mecanizado y moderno y han empleado mano de obra. Además de algodón, producen otros cultivos tales como soja, girasol y, a veces, trigo y sorgo. Utilizan insumos como semillas y agroquímicos adquiridos en el mercado formal. Las explotaciones más grandes dentro de este grupo suelen tener sus propias desmotadoras de algodón con las que procesan algodón crudo en fibra, y venden algodón embalado y procesado in situ directamente a las fábricas textiles y a los exportadores de algodón.

Los grandes productores eran los únicos clientes de Genética Mandiyú en los últimos años de la década de los noventa y compraban las variedades Bt. En aquel momento, el precio de las semillas GM era cuatro veces el de las semillas de algodón convencionales (Qaim y De Janvry, 2005). Como hemos visto, la adopción de las semillas Bt, construidas sobre fondo genético criado para los mercados de Estados Unidos, fue relativamente lenta, mientras que la siguiente variedad que apareció en el mercado argentino de semillas de algodón (es decir, la tolerante a herbicidas) se difundió con mayor rapidez. El motivo principal del éxito de esta segunda variedad fue que estaba construida sobre una variedad desarrollada por el INTA, que era de preferencia de los productores locales porque era la de mayor rendimiento entre las semillas disponibles por entonces (Trigo y Cap, 2006).

Estas nuevas semillas de Genética Mandiyú conformaron parte de un paquete más amplio que se difundió tanto a través de la asistencia técnica que brindaba Genética Mandiyú a sus clientes como mediante la intervención de técnicos del INTA. El paquete tecnológico incluía el herbicida glifosato (para las variedades tolerantes a herbicidas y los eventos apilados), reguladores de crecimiento, fertilizantes, defoliantes y diversas técnicas de producción; entre otras, la siembra directa. Esta técnica utiliza una máquina especial para insertar las semillas directamente en el suelo que contiene el residuo del cultivo anterior sin arar y la aplicación simultánea de fertilizantes y herbicidas (estos últimos son sustitutos de la “carpida” y desalientan la competencia de otras especies). La ventaja de la siembra directa en relación con la carpida y siembra convencional es que disminuye los costos de producción a través del ahorro de tiempo, mano de obra y combustible (por encima de cierto tamaño de las explotaciones y nivel de mecanización), causa menor erosión del suelo y eleva los rendimientos mediante la prolongación de la disponibilidad de agua y los nutrientes de las plantas (García, 2008). Las nuevas técnicas de producción también

incluyen la siembra en surcos estrechos a 0,5 metros de distancia. Tradicionalmente, el algodón se siembra en surcos separados a un 1 metro de distancia, lo cual facilita la cosecha manual. La nueva práctica de siembra en surcos estrechos también requirió nuevas sembradoras y cosechadoras. En particular, las cosechadoras en surco estrecho denominadas *stripper* permitieron reducir sensiblemente el costo de la cosecha (siempre sobre un nivel mínimo de superficie) en relación con los métodos alternativos de cosecha (tanto manual como utilizando la anterior maquinaria). Los técnicos del INTA también descubrieron que la siembra en surcos estrechos producía mejores rendimientos por hectárea. Si bien se producían menos capullos por planta, se reducía la incidencia de plagas y se conseguía mayor número de capullos por hectárea. El uso de la maquinaria *stripper* (que literalmente arranca las cápsulas de algodón enteras) produce una gran cantidad de residuos y esto significa que el algodón requiere una limpieza previa antes de ser desmotado, lo cual demanda un equipamiento adicional o una desmotadora moderna que incorpore el proceso de limpieza previa.<sup>12</sup>

A pesar de que es posible adoptar algunos de sus componentes, el paquete completo asociado a la semilla GM requiere una escala mínima para justificar la mecanización, la formación técnica y el capital de trabajo necesario para financiar la compra de insumos. Los grandes productores, con economías de escala y acceso al capital, en gran medida han adoptado el paquete completo de producción de algodón GM. Un estudio realizado por el INTA indica que los rendimientos mediante el uso completo del paquete GM eran en promedio 2900 kilos de algodón por hectárea (Elena de Bianconi, 2011). Este estudio, sin embargo, no tenía la intención de comparar los rendimientos utilizando la tecnología GM y la convencional, con lo cual no es posible discernir en qué medida dichos rendimientos se explican por el uso de la semilla GM o del paquete asociado. Otros estudios han señalado que la adopción de semillas transgénicas ha aumentado el rendimiento y/o la rentabilidad en comparación con las semillas convencionales, pero sin mucha claridad en cuanto a los tipos de prácticas y tecnologías asociadas que también estaban siendo utilizados por los adoptantes, en comparación con los no adoptantes. Dos estudios sugieren que el uso de variedades de semillas Bt en explotaciones comerciales o ensayos comerciales agrícolas aumenta el rendimiento en al menos un 30% en comparación con el uso de semillas convencionales (Elena, 2001). Otro estudio establece que el uso

---

12 Como parte de las nuevas prácticas, Genética Mandiyú también aconsejó a los productores que crearan refugios cuando plantaban semilla Bt (debían cubrir el 25% del área sembrada con algodón) utilizando semilla convencional (o semilla tolerante al herbicida) para que se retrasara la resistencia de los insectos a la toxina Bt.

de semillas tolerantes a herbicidas ha reducido los costos de producción en alrededor de 30 dólares por hectárea (Trigo, 2011), lo que representa alrededor del 5% de los costos totales, pero esto solo se imputa a los menores costos de la utilización de glifosato en comparación con los herbicidas que serían utilizados de otro modo.

Vale la pena destacar que las instituciones y las políticas públicas han sido elementos claves de esta configuración. El INTA, como ya se ha señalado, proveyó el germoplasma de las variedades de Genética Mandiyú que fueron exitosas (RR y desde 2011, también una de las variedades BG) y ha promovido técnicas de siembra directa y otros elementos del paquete tecnológico basado en semillas GM. Otra institución, el Instituto Nacional de Semillas (INASE), tiene el cometido de garantizar la calidad de las semillas y de proteger los derechos de propiedad de los obtentores de semillas. Para ello, controla que solo las variedades de semillas registradas se comercialicen legalmente, que el propietario de cada variedad de semilla certificada conserve la exclusividad de cría y comercialización y que se certifique la calidad de las variedades registradas mediante etiquetas oficiales. Dentro del sistema de suministro de semillas formal, en el que operan los grandes productores, estos objetivos son fácilmente satisfechos. Por ejemplo, el INASE controla que las semillas vendidas por Genética Mandiyú a los grandes productores cumplan con los estándares mínimos de calidad (por ejemplo, en términos de identidad varietal, tasas de germinación y pureza botánica) y también monitorea que otras empresas formales de semillas legales no copien variedades de Genética Mandiyú. Así, los grandes productores pueden confiar en lo que están comprando.

Como hemos dicho, una de las razones que explican que las variedades transgénicas se haya difundido tan rápidamente es que los costos de adopción de semillas transgénicas por parte de los grandes productores son relativamente bajos debido a que la mayoría de las semillas transgénicas sembradas por los agricultores grandes se guardan para la próxima siembra evitando nuevos desembolsos en semillas. Luego de la cosecha de algodón a granel, este debe desmotado usando una máquina para separar la fibra de algodón de las semillas y otros residuos. Se ha señalado antes que muchos de los grandes productores tienen sus propias desmotadoras de algodón y así las semillas se guardan fácilmente. Antes de ser resembradas, las semillas deben ser sometidas a un proceso adicional que separa una suerte de suave pelusa, conocida como línter, que se adhiere a la semilla y para ello se requiere un tratamiento, que puede ser mecánico, de calor (flameado), o utilizando ácido. Los grandes productores envían sus

semillas a un tercero para el proceso de deslintado tras lo cual las semillas pueden ser replantadas.

Estas prácticas de guardado y reutilización de semillas que realizan los grandes productores son lícitas desde el punto de vista de la legislación argentina, pero Genética Mandiyú ha tratado de controlarlas mediante acuerdos privados. Así, la empresa solicita a quienes compran sus semillas que firmen un acuerdo por el cual se comprometen a pagar un canon a la empresa por cada bolsa de semillas guardadas. Es decir, se los invita a renunciar a los derechos que les confiere la ley de semillas en la figura de “excepción del agricultor”. Genética Mandiyú ofrece también el proceso de deslintado de las semillas guardadas y se atribuye el derecho de inspeccionar la propiedad que utiliza las variedades bajo contrato sin previo aviso. Genética Mandiyú es una de las tres empresas que en el país realizan deslintado con ácido y, según la misma empresa, sus servicios son mejores porque también comprueban la pureza varietal, la potencia de germinación de la semilla guardada y porque tratan la semilla deslintada con fungicidas. De esta forma, el productor grande obtiene semillas multiplicadas de calidad similar a las que vende la empresa, pero en este caso a menor precio y en bolsas etiquetadas como pertenecientes al productor. Si bien en las entrevistas con los productores, muchos de ellos nos dijeron que no son pocos los que faltan a estos contratos privados, evidentemente existirán productores grandes que sí los cumplen, al menos parcialmente.

Nuestro trabajo de campo con productores y personal técnico indicó que los grandes productores compran semilla original certificada de Genética Mandiyú, pero, por lo menos hasta 2008 (año en que obtuvimos esta información), solo para cubrir el 10% de sus necesidades, mientras que para el 90% restante se abastecen con semilla guardada y deslintada de la anterior cosecha. El motivo para comprar ese 10% es mantener la calidad de multiplicaciones sucesivas de la semilla guardada. De esta forma, los grandes productores no pagan los altos costos de la semilla original, pero al mismo tiempo se garantizan un acceso a semillas de una calidad razonable. De hecho, según algunos estudios, la mayor parte de los beneficios asociados a la adopción del paquete tecnológico de GM ha sido acumulada por los productores antes que por las empresas de semillas (Trigo y Cap, 2006).

En suma, desde el punto de vista de los procesos de configuración sociotécnica, es fácil identificar los desarrollos e interrelaciones de distintos tipos de elementos técnicos y sociales que han permitido el uso productivo de las nuevas biotecnologías agrícolas en la producción de

algodón en gran escala. Por ejemplo, la incursión inicial de Monsanto en el mercado de semillas argentino, utilizando su variedad Bt importada, fue relativamente infructuosa; no fue sino hasta que el germoplasma local fue utilizado para el desarrollo de su variedad tolerante a herbicidas que la adopción por los productores locales se aceleró. Para esto fue necesario establecer relaciones institucionales y de investigación con el INTA. A nivel de chacra, la combinación de diversos factores sociotécnicos, como el acceso al capital y las capacidades de gestión, la escala de producción, la asistencia técnica de Genética Mandiyú y el INTA y el desarrollo de nueva maquinaria, ha permitido explotar sinergias importantes entre las nuevas semillas, insumos químicos, nuevas técnicas de siembra, cultivo y cosecha. Por otro lado, la combinación de las prácticas de desmotado realizadas en las chacras de los productores grandes, junto con la legislación nacional de semillas que les permite guardarlas, y las estrategias adoptadas por la empresa productora de semillas les permitió a los grandes productores utilizar semillas de alta calidad multiplicadas de semillas originales caras. De esta forma, estos productores pudieron apropiarse de amplios beneficios económicos asociados a la difusión de las nuevas tecnologías.

### **La configuración del algodón GM para el grupo de productores familiares**

Los pequeños productores de algodón (es decir, con menos de 25 hectáreas) producen en contextos y circunstancias que difieren casi por completo de aquellos en los que operan los grandes agricultores. Son agricultores de subsistencia que producen hortalizas y crían animales pequeños para su propio consumo y que producen algodón como único cultivo comercial. Como no hay mercados para los excedentes de otras producciones, el algodón termina funcionando como dinero. El algodón es un cultivo perenne y puede ser cosechado de forma intermitente en cantidades relativamente pequeñas para obtener efectivo con el cual comprar productos de primera necesidad, como ropa y útiles escolares para los hijos de los productores.<sup>13</sup> Reciben apoyo de programas públicos locales que les brindan servicios de preparación del suelo, semillas y combustible. Además, por lo general, los

---

13 “La otra es porque, familiarmente, lo que se puede juntar en una semana de algodón, de lunes a sábado juntamos 2000 o 3000 kilos y bueno, tenemos que vender porque necesitamos para ir pasando. Lo que se va juntando vamos vendiendo por nuestra necesidad. No es que uno puede juntar 20 toneladas, no es lo mismo que vender 2000 kilos” (pequeño productor, Quitilipi).

productores reciben alguna transferencia pública, que llega a representar una alta proporción de los ingresos totales del hogar.<sup>14</sup>

La mayoría de los productores pequeños no tiene acceso a electricidad o al agua potable y muchos no tienen acceso a agua de pozo en sus propias chacras tampoco. El cultivo de algodón se lleva a cabo manualmente, o con animales, y el trabajo es proporcionado enteramente por la familia.<sup>15</sup> Los pequeños productores enfrentan problemas graves de baja productividad y rentabilidad. No utilizan fertilizantes, casi no utilizan pesticidas y no hacen rotación de cultivos; de esta forma, los rendimientos de la producción de algodón son relativamente bajos. La baja rentabilidad no se debe solo a los bajos rendimientos, sino también a la situación de desventaja en la que se encuentran los pequeños productores dentro de la cadena de comercialización del algodón. Sin acceso a los mercados formales de crédito y con muy pocos recursos propios, los pequeños productores adquieren semillas y otros insumos a crédito en canales informales a través de intermediarios que les cobran un elevado interés. El algodón cosechado es vendido en bruto y ellos deben aceptar el precio ofrecido por los intermediarios que lo retiran de la chacra. Esto se explica por tres factores: a) se hallan endeudados con este intermediario, comúnmente se trata de la misma persona que les adelantó los insumos a crédito cobrándoles una elevada tasa de interés; b) encuentran dificultades de transporte para elegir otros mercados; y c) no pueden vender la producción en mercados en los que se exige inscripción fiscal por no estar legalmente inscriptos.<sup>16</sup> A esto se suma su urgencia por vender la producción debido a que necesitan ese ingreso para la subsistencia del hogar. Sin embargo, cabe resaltar que, a pesar de

---

14 Desde el año 2009, los diversos programas nacionales de transferencia de ingresos para los hogares con hijos se unificaron en la Asignación Universal por Hijo para Protección Social (AUH), que transfiere \$270 mensuales por cada hijo(a) menor de 18 años, hasta cinco hijos; y \$1080 por cada hijo(a) discapacitado sin límite de edad (información correspondiente a agosto de 2012).

15 “Y el pequeño productor, nosotros siempre anduvimos con la familia nomás. Yo sembraba dos hectáreas. Cuando sembraba la verdura, decía: bueno, me junto con mi familia y resulta que hoy coseché las dos hectáreas y es una plata que vos hacés dentro de la familia. No pagás nada más que la familia hace el trabajo y de eso uno vive” (pequeño productor, Sáenz Peña).

16 En la actualidad, para vender la producción cosechada directamente a las cooperativas o a quienes realizan el proceso de desmote, se requiere inscripción fiscal a fin de poder emitir facturas. Pero los pequeños productores generalmente no están registrados en el fisco dado que les resulta muy oneroso realizar aportes regulares. Por lo tanto, continúan vendiendo el algodón en bruto a través de canales informales a productores más grandes registrados o acopiadores locales, que luego lo comercializan con la desmotadora.

su precaria situación y de su escasa rentabilidad, los pequeños productores tienen un apego cultural al algodón. Han nacido y se han criado con el algodón y aprendieron a cultivarlo viendo cómo lo hacían sus padres. Es parte de su identidad.

El gobierno provincial o el municipal les proporcionan gratuitamente semillas y combustible a los productores más pequeños en el marco de los programas de asistencia social. Los productores suelen intercambiar el combustible con el uso de un tractor, de un vecino más grande, con el que preparar la tierra para el cultivo.<sup>17</sup>

Cuando Genética Mandiyú comenzó a comercializar las semillas GM a fines de los años noventa, no les vendía semillas a los pequeños productores (ni tampoco a quienes hemos clasificado como medianos). Sin embargo, rápidamente estuvieron disponibles semillas copiadas ilegalmente, las cuales fueron vendidas, tanto por cooperativas como por otros intermediarios, a los productores pequeños y medianos. Las cooperativas (que no deben confundirse con las asociaciones cooperadoras mencionadas antes, que han tenido un rol clave en la multiplicación formal de variedades del INTA) fueron promovidas por el gobierno nacional en la década del cuarenta como una manera de mejorar el poder de negociación de los productores en las cadenas de comercialización. Las cooperativas compran algodón a granel a los productores y lo transforman en fibra y semilla, por lo que actúan como intermediarios entre los productores y las hilanderías. También proveen insumos, como el combustible, ya que pueden conseguir mejores precios que el productor que compra individualmente. Como las cooperativas cuentan con –o tienen una relación estrecha y duradera con quienes poseen– desmotadoras de algodón, sus líderes pueden producir semillas copiadas con relativa facilidad a partir de retener parte de las semillas luego de procesar el algodón en bruto, encargar o realizar el proceso de deslintado (normalmente mecánico o flameado) y multiplicar las semillas en los campos de algunos de sus líderes o vecinos. Por lo tanto, funcionan como empresas de semillas informales. En la práctica, los pequeños productores no pueden elegir los tipos de semillas que compran a los intermediarios, sino que toman las que estén disponibles. Incluso el gobierno provincial, que solía distribuir semillas convencionales como parte de los programas de asistencia, ha comenzado a distribuir semillas transgénicas no certificadas.

---

17 “Ahora tenemos los ‘vales’ de gasoil pero tenemos que esperar que alguno con tractor termine de trabajar en su campo y ver si quiere venir a las chacras a cambio de esos vales. No todo el mundo quiere venir a las chacras chicas porque es más costoso y puede haber problemas” (pequeño productor, Sáenz Peña).

Fuentes tanto del INTA como del gobierno provincial sostuvieron que la producción informal de semillas y las actividades de multiplicación de los intermediarios generan una mezcla de eventos, tipos y generaciones de semillas, y que estas son a menudo de dudosa calidad, por ejemplo, con bajo poder germinativo. Normalmente se desconoce cuántas generaciones posterior a la semilla original es una semilla sin certificar. Es más, podría no ser del tipo que se supone ser (por ejemplo, una semilla se puede vender como tolerante a herbicidas y ser solo resistente a insectos). La industria semillera se mostró de acuerdo con estas opiniones; uno de los entrevistados en 2008 nos dijo: “El pequeño solo sabe si es RR o Bt, pero nada más. No saben nada. No tienen etiqueta ni identificación. Lo único que le ponen, creo, es si es Bt o RR. Es tal el grado de confusión que se creen que están comprando una y es la otra y terminan matando con el herbicida el cultivo”.

A diferencia de los sistemas de producción y distribución de semillas en los que están insertos los grandes productores, la institución reguladora, INASE, ha tenido una influencia casi insignificante en el sistema informal que provee semillas a los pequeños productores de algodón. Los comerciantes y multiplicadores informales de semillas que, son responsables del mercado paralelo, quedan al margen de los esfuerzos de control del INASE. La calidad de la semilla a la que accede el pequeño productor queda pues librada a la responsabilidad voluntaria de los comerciantes informales de semillas que, al tener un mercado relativamente cautivo, tienen pocos incentivos para asegurar que las semillas son de buena calidad. La ausencia del INASE como una influencia mediadora en los mercados informales de abastecimiento de semillas es, en gran medida, una cuestión de diseño regulatorio y de limitaciones de recursos, aunque también puede reflejar una falla institucional para apreciar las circunstancias de la producción de algodón en pequeña escala (van Zwanenberg *et al.*, 2012).

En la práctica, las actividades privadas de regulación por parte de Monsanto, motivadas por la pérdida de ingresos de la empresa a raíz de la expansión del mercado informal, han tenido más éxito que la normativa oficial y sus instituciones ejecutoras en intervenir en la configuración de la producción informal de semillas, el sistema de distribución y el monitoreo de la calidad. En 2008 Monsanto forjó un acuerdo entre los gobiernos provinciales, los propietarios de desmotadoras, los productores informales de semillas (en general las cooperativas de algodón) y Genética Mandiyú. El acuerdo establecía que Genética Mandiyú suministraría semilla original a las cooperativas y otros multiplicadores (quienes a su vez recibían

un subsidio del gobierno provincial para comprar esa semilla) para ser multiplicadas hasta dos veces pagando un canon a Genética Mandiyú por cada bolsa multiplicada, que luego podía venderse formalmente a los productores. Así, mientras la bolsa de semilla original costaba en 2009-2010 US\$ 190, el canon por la primera multiplicación costaba US\$ 40 que, además, incluían el servicio de deslintado de Genética Mandiyú. Como consecuencia del acuerdo, fuentes del sector señalaron que la proporción del mercado informal de semillas de algodón GM se redujo del 92% al 84% en 2009.

La mayoría de las prácticas productivas de los pequeños productores de algodón no se modificaron a raíz de la adopción de las semillas GM no certificadas. Los procesos productivos siguen siendo manuales, sin mucho uso de insumos químicos –exceptuando el glifosato– y el algodón se sigue produciendo como monocultivo. En todos los lugares en los que llevamos a cabo el trabajo de campo, los pequeños productores informaron que continúan sembrando entre surcos de un metro de distancia, como lo hacían cuando utilizaban las semillas convencionales de algodón. Tanto los productores como los extensionistas del INTA explicaron que los pequeños agricultores no pueden costear la maquinaria necesaria para sembrar y cosechar en surcos estrechos ni los insumos químicos asociados a esa práctica. Un agente del INTA explicó: “Surco estrecho tenés que tener plata para la tecnología. El defoliante... Tenés que tener un tamaño para que vos puedas entrar con las máquinas. Ellos cosechan a mano y a 52 [cm] no podés cosechar a mano”.<sup>18</sup> El INTA ha respondido parcialmente a estas dificultades mediante el desarrollo de un prototipo de cosechadora *stripper* de algodón que es adecuada para la pequeña producción, pero que todavía no se encuentra fácilmente disponible en el Chaco.

Algunos elementos de la configuración sociotécnica de la pequeña producción de algodón sí han cambiado como consecuencia de la adopción de semillas transgénicas no certificadas. En primer lugar, el herbicida glifosato, comprado con crédito informal, ahora es utilizado por muchos pequeños productores y esparcido manualmente con equipos pulverizadores de mochila. Aunque el trabajo de carpida no solía generar costos adicionales porque era provisto por la familia, los pequeños productores con los que hablamos valoraron mucho la simplificación de esta tarea. Además, para algunos productores, el trabajo familiar siempre resultó insuficiente y el trabajo asalariado era a la vez demasiado caro y escaso.

---

18 Agente del INTA, entrevista realizada en 2010.

Como nos dijo un productor: “El productor, a la hora de carpir, está con cero pesos, por eso es difícil conseguir carpidores, eso es un problema”.<sup>19</sup>

En segundo lugar, los pequeños productores de algodón manifestaron que reciben poca asistencia del INTA en relación con la producción de algodón. Como lo expresó un productor: “El Estado nunca se ocupó de los más chicos. Jamás vino un técnico acá a decirnos qué semilla, jamás. Los técnicos están en Quitilipi, en Sáenz Peña, pero acá jamás un técnico nos ayudó [...]. La gente del INTA hace alguna charla acá, no van a la chacra. Los grandes tienen sus técnicos, pagados, tienen el INTA, todo tienen ellos”.<sup>20</sup>

Esto se refleja, quizás, en el hecho de que muchos de los productores con los que hablamos sostuvieron que, contrariamente a la información provista por el INTA, los rendimientos de algodón en surcos estrechos son más bajos que sembrando de manera convencional. Hay una serie de razones que hacen probable que la asistencia técnica del INTA en algodón haya disminuido para la producción en pequeña escala desde la introducción de variedades genéticamente modificadas. Una de ellas es que, aunque el INTA continúa mejorando semillas convencionales de algodón, estas no se comercializan. Los acuerdos del INTA tanto con asociaciones cooperadoras como con empresas semilleras han disminuido o bien porque estas organizaciones dejaron de existir o porque no renovaron sus acuerdos. En 2002 había solamente cinco asociaciones cooperadoras que producían variedades convencionales del INTA y en 2011 solo quedaba una y también una única empresa semillera que seguía sosteniendo una licencia del INTA para la producción de semillas convencionales de algodón.<sup>21</sup> En efecto, diversas fuentes afirman que no es posible encontrar semillas de algodón convencional en el Chaco. De esta forma, mientras el INTA solía tener un interés, en el pasado, en la difusión y el uso adecuado de sus variedades, y por lo tanto prestaba asistencia técnica específica en este sentido, esta tarea la realizan actualmente actores privados, como Genética Mandiyú o ingenieros agrónomos contratados privadamente por productores de mayor tamaño. Sin embargo, la mayoría de los productores que obtienen sus semillas en el mercado informal no contratan o reciben esta asistencia privada.

Otras razones por las que el asesoramiento del INTA en la producción de algodón en pequeña escala puede haber disminuido incluyen el hecho

---

19 Pequeño productor, Villa Berthet.

20 Pequeños productores, Quitilipi.

21 Entrevistas con oficiales de INTA de la oficina de vinculación (Buenos Aires) y de la Estación Experimental Agropecuaria de Sáenz Peña (Chaco).

de que, desde 2001, se produjo un viraje en la estrategia de extensión del INTA, desde la transferencia de tecnología hacia proyectos de “innovación tecnológica”, que normalmente persiguen simultáneamente objetivos sociales, ambientales y necesidades tecnológicas (Alemany, 2003). En la práctica, estos proyectos de extensión han priorizado la producción de frutas, vegetales y ganado antes que cultivos industriales, en línea con los principios de soberanía alimentaria. En segundo lugar, los agentes del INTA están particularmente preocupados por las condiciones de los suelos en la región, que demandan una estrategia urgente que incluye diversificar la producción sobre la base de que, a largo plazo, el monocultivo del algodón se traduce en disminución de la calidad del suelo y de los rendimientos.<sup>22</sup> Los pequeños productores son, sin embargo, reacios a diversificar la producción más allá del algodón y de la producción de alimentos para el autoconsumo debido a que este cultivo se adapta particularmente bien a las condiciones agronómicas, económicas y culturales de la pequeña producción. Consultados al respecto, los pequeños productores mencionaron fundamentalmente la falta de mercados en los que vender producciones alternativas así como las virtudes del algodón: es no perecedero y resistente a condiciones climáticas adversas.<sup>23</sup>

Otro cambio importante que surgió desde la difusión de las semillas transgénicas (aunque no queda claro que ahí haya una relación causal) es la expansión de una nueva plaga conocida como el picudo del algodoneo (*Anthonomus grandis*),<sup>24</sup> que se encontró por primera vez en la Argentina en 1993 en la zona de Misiones limítrofe con Paraguay y hacia el año 2000 alcanzó las zonas algodoneas de Chaco (Lanteri *et al.*, 2003). La gravedad del problema radica en que es una plaga muy destructiva por su alta tasa de reproducción y la ausencia de enemigos naturales y porque no es controlada por el gen Bt disponible en las semillas comerciales: puede causar pérdidas de hasta el 50% de la cosecha (Diario Norte, 03/16/11). Su manejo y control es particularmente problemático para los pequeños

---

22 “Hay que ver el suelo también. Está rindiendo menos porque hace treinta años que hacen algodón. Hay que empezar a rotar” (agente del INTA, Quitilipi).

23 “Yo defiendo al algodón, voy a morir con algodón, porque no hay nada que aguante como el algodón, para empezar en esta zona. Si yo me voy a hacer 10 hectáreas de girasol, soja o trigo, ni hablemos, para vender tengo que hacer milagros: hay que inscribirse en la ONCAA [...], para nosotros es imposible. Y si vas con la verdura: ¿a quién le vendés?, ¿dónde está el mercado? Si los 900 productores hacemos media hectárea de zapallo cada uno, ¿dónde vamos?” (pequeño productor, Quitilipi).

24 Algunas fuentes sugieren que la expansión del picudo del algodoneo se puede asociar con la reducción de insecticidas que resultó del cultivo del algodón transgénico con resistencia a las plagas lepidópteras (Grossi-de-Sa *et al.*, 2007; International Cotton Advisory Committee, 2009)

productores. La toxina Bt disponible en las variedades transgénicas comerciales no es efectiva para esta plaga y es muy caro controlarla utilizando insecticidas químicos.<sup>25</sup> Existe un conjunto de prácticas de manejo de plagas que disminuyen la incidencia del picudo del algodón, como la reducción del ciclo de crecimiento de la planta, la destrucción de rastrojos y el impedimento de los rebrotes, pero estas prácticas son difíciles de implementar para los pequeños agricultores: reducir el ciclo de crecimiento de la planta requiere la siembra en surcos estrechos que, como hemos dicho, no es económicamente viable para la pequeña producción; la destrucción inmediata del rastrojo no se realiza por falta de combustible y porque pueden aprovecharlo como alimento para el ganado y no evitan los rebrotes porque los pueden cosechar y obtener un ingreso extra.

Dada la gravedad de la plaga para los pequeños productores, las provincias algodonerías en el noreste de la Argentina están financiando un programa de investigación en el INTA para buscar posibles soluciones a la plaga del picudo del algodón que sean accesibles y adecuadas para la pequeña y mediana producción. Estas líneas de investigación incluyen, por ejemplo, un insecticida biológico eficaz contra esta plaga, variedades no transgénicas resistentes al picudo del algodón (por ejemplo, mediante mutación) y variedades transgénicas de algodón basadas en la investigación de cepas de Bt (o el licenciamiento de cepas Bt patentadas) que sean tóxicas para coleópteros, la clase de los insectos a los que pertenece el picudo del algodón, o en la construcción de un gen artificial para insertar en la planta, que regule negativamente una función vital de este insecto (por ejemplo, metodología de silenciamiento génico: silencia una función vital para el picudo).

Para la línea de investigación orientada al desarrollo de plantas transgénicas, es posible que el INTA necesite acuerdos con empresas transnacionales ya sea porque se requieran secuencias genéticas patentadas por dichas empresas o porque se las necesita para que asuman la responsabilidad de la comercialización de variedades transgénicas que, como hemos dicho antes, podría resultar prohibitivo para el INTA.

En suma, la configuración de las nuevas biotecnologías agrícolas en sistemas de producción de pequeña escala se diferencia notablemente de los patrones observados en los sistemas agrícolas de gran tamaño. En primer lugar, el traspaso de la tecnología GM de un sistema sociotécnico a otro –de grande a pequeño– ha supuesto una modificación en el arte-

---

25 Las trampas de feromona pueden ser usadas para controlar la plaga, pero son caras y su costo aumenta a medida que disminuye la superficie ya que necesitan ser localizadas en el perímetro de la chacra.

facto que es núcleo de dicha configuración: la semilla GM. Otros actores diferentes al desarrollador original de la tecnología se han involucrado en su venta y reproducción, lo cual viene acompañado de prácticas que difieren de las utilizadas para producir semillas certificadas originales y las subsiguientes multiplicaciones formales. Por ejemplo, no se realiza una separación estricta de variedades, no hay verificación de pureza varietal o de poder germinativo, el deslintado se realiza por métodos subóptimos (solo Genética Mandiyú y otras dos empresas utilizan la técnica del deslintado con ácido) sin aplicaciones de fungicida, no se etiqueta ni la variedad ni el lote y no existe ninguna supervisión regulatoria. Las características materiales de la semilla copiada, como consecuencia de dichas prácticas, a menudo difieren de aquellas que presentan las semillas GM certificadas, o al menos su identidad es incierta. A su vez, las semillas no certificadas han sido utilizadas por los pequeños productores sin grandes cambios en las prácticas de producción, al menos en lo que refiere a los elementos del paquete que sí han adoptado los productores grandes, como la mecanización, insumos complementarios y nuevas técnicas de siembra y cosecha. Esto se debe a que los pequeños agricultores operan en sistemas de producción que no pueden aprovechar economías de escala predial, no tienen acceso a capital de trabajo, ya sea crediticio o de recursos propios complementarios, y reciben poca o ninguna asistencia técnica. Asimismo, sus propias condiciones de vida y producción restringen la aplicación de las prácticas recomendadas para el manejo efectivo de plagas, especialmente en lo que refiere al control del picudo del algodón. La falta de mercados alternativos en las zonas rurales del Chaco también significa que la diversificación productiva, que podría mejorar tanto la calidad del suelo como los recursos disponibles, es difícil de conseguir.

Debe volver a señalarse que las instituciones y las políticas públicas son elementos de esta configuración. En particular, la ley de propiedad intelectual ha alentado la comercialización de semillas transgénicas, pero también ha creado incentivos para el surgimiento de un mercado informal paralelo de semillas copiadas de mala calidad. Aunque existe una variedad de iniciativas de políticas públicas para mejorar las condiciones de vida y producción de los pequeños productores –y que, en efecto, apuntan a reconfigurar los sistemas de producción de algodón transgénico en pequeña escala–, muchas veces se enfrentan con serias limitaciones al tener que convivir y alinearse con mercados, instituciones y prácticas preexistentes. Así, por ejemplo, las medidas para promover la diversificación chocan con la ausencia de mercados para productos

alternativos. Otro ejemplo, el INTA tiene en curso programas de mejoramiento de algodón que, sin embargo, no se traducen en nuevas semillas convencionales disponibles en el mercado porque las organizaciones que solían multiplicar dichas semillas, así como gran parte de la demanda efectiva de mercado, ya no existen.

Como consecuencia de la situación descrita, la producción de algodón en pequeña escala basada en semillas GM no tiene el buen desempeño que se ha evidenciado para la producción a gran escala. Las estimaciones de los rendimientos obtenidos por los pequeños productores que utilizan versiones incompletas del paquete tecnológico basadas en las semillas GM, y que fueron relevados por nuestro equipo de investigación durante los trabajos de campo con pequeños productores, técnicos del INTA y otros actores relevantes para la producción de algodón en pequeña escala, están en el orden de 1000 kilos por hectárea, es decir, representan poco más de un tercio de los rendimientos que informa el INTA (Elena de Bianconi, 2011), basado en el uso del paquete tecnológico completo asociado a la semilla GM y que solo los grandes productores han adoptado.

El cuadro 1 presenta un resumen de los principales elementos de los dos conjuntos de prácticas sociotécnicas de producción de algodón que se describieron en este documento junto con las estimaciones disponibles de los rendimientos alcanzados. Si bien se desconoce hasta qué punto la adopción que los pequeños productores hicieron de semillas transgénicas no certificadas ha contribuido a un aumento en los rendimientos y la productividad, podemos sostener que dadas las prácticas sociotécnicas descritas anteriormente, es muy poco probable que cualquiera de esos incrementos esté en la misma escala que el 30% o más de los aumentos en los rendimientos que se estima se han producido en las grandes explotaciones que adoptaron semillas Bt. Entonces, se podría concluir que la difusión de la tecnología GM o, más exactamente, su configuración dentro de dos sistemas distintos de producción de algodón, que es esencialmente un proceso social, económico, institucional y político más que uno natural, ha exacerbado las brechas de productividad y rendimiento entre los productores de algodón pequeños y grandes (Arza *et al.*, 2012).

Cuadro 1. Características de las explotaciones que utilizan algodón GM y sus rendimientos

Tipo de explotación	Adoptan el paquete tecnológico completo (típicamente grandes productores)	Pequeños productores
Semilla	GM, principal cliente de Monsanto, pero también multiplican	Semillas GM no certificadas, no conocen la identidad de la semilla que compran
Paquete	Siembra directa en surco estrecho Herbicidas e insecticidas Reguladores de crecimiento y defoliantes Cosecha mecánica <i>stripper</i>	Siembra a un metro Herbicidas, erráticamente No usan reguladores de crecimiento y defoliantes Cosecha manual
Asistencia técnica	Privada + proveedor de semillas	No tienen en algodón
Producto final	Fibra (posee desmotadora)	Algodón en bruto
Financiamiento	Propio + acceso al crédito	No tienen
Rendimiento	2900 kg/ha	1000 kg/ha
Mejora con paquete GM	30% de los rendimientos	??

Fuentes: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Elena de Bianconi, 2011) y estimaciones para 2009-2010 basadas en la información obtenida por el equipo durante los talleres participativos con productores y técnicos del INTA realizados en 2010.

### **Conclusiones: cómo inciden los procesos de configuración sociotécnica de mediación en la adopción de tecnología y en sus resultados**

Nuestro trabajo ha puesto de relieve cómo la difusión de las nuevas biotecnologías agrícolas en el noreste de la Argentina ha involucrado patrones contextuales específicos de configuración, dados los distintos sistemas de producción de algodón en los que operan los grandes productores comerciales y los pequeños productores familiares. Dentro de cada sistema, vemos diferentes tipos de semillas GM vinculadas a diferentes tipos de tecnologías complementarias y a diversos actores, prácticas, recursos,

capacidades y formas institucionales de influencia. En efecto, la tecnología es diferente en cada contexto local y, como es lógico, también difieren su capacidad y su desempeño.

Este tipo de argumento es familiar para los académicos de los estudios sociales de la tecnología, pero en este trabajo lo hemos detallado en un terreno empírico relativamente desconocido (el de la biotecnología agropecuaria). De este modo, hemos mostrado cómo desde la perspectiva de los sistemas sociotécnicos es posible iluminar nuestra comprensión sobre un tema controvertido para la política (el desempeño de las nuevas biotecnologías agrícolas en pequeñas explotaciones) y cómo también se puede debatir y participar con otros campos de investigación que estudian y conceptualizan la tecnología (en nuestro caso, con la economía agrícola). Como señalamos en la introducción, los estudios que realizan una evaluación del impacto económico de las nuevas biotecnologías agrícolas a veces suponen que las características y funcionamiento de estas no varían significativamente entre distintos contextos adoptantes. Por lo tanto, si se encuentran beneficios de adopción de las tecnologías GM entre grandes productores, se asume que también son, o serán, o deberían ser, beneficiosas al ser adoptadas en pequeña escala. Nuestro estudio de caso sugiere que la hipótesis de que las biotecnologías agrícolas debían desempeñarse de manera más o menos similar en distintos contextos sociales e institucionales, incluso si dichos contextos son físicamente vecinos, es demasiado ingenua.

Muchos analistas, de hecho, reconocen que el desempeño de los cultivos transgénicos puede ser dependiente del contexto, por lo menos en cierta medida. Se han señalado algunos elementos condicionantes como, por ejemplo, las características agronómicas locales, el funcionamiento o no de los mercados de insumos y de semillas, la disponibilidad de maquinaria y riego, el conocimiento y las capacidades de los productores, etcétera, es decir, muchos de los temas que hemos destacado aquí.<sup>26</sup> Pero hay dos puntos que vale la pena resaltar. En primer lugar, algunos analistas llaman la atención sobre este tipo de elementos contextuales, pero argumentan que son independientes de la tecnología per se (y, por tanto, de su desempeño). Por ejemplo, se señaló al principio de este artículo que los autores de una de las evaluaciones de impacto del algodón resistente a los insectos en la Argentina argumentaban que los pequeños productores tenían acceso menos favorable al capital y, como consecuencia, los autores asumían, en sus ejercicios de modelización, que las tasas de adopción serían relativamente más bajas que entre los grandes productores. Los autores concluían, sobre

---

26 Véase, por ejemplo, la revisión realizada por Glover (2010b).

la base tanto de evaluación de algodón como de evaluaciones similares para maíz y soja transgénicos, que:

...las tecnologías transgénicas analizadas en este capítulo no muestran sesgos en contra de los pequeños productores. [...] [Para el algodón y el maíz] se han detectado asimetrías en los senderos [modelados] de adopción [es decir, la tasa de adopción es más lenta para los pequeños productores], pero que, según se explicó, no parecen ser atribuibles a la tecnología en sí, sino a factores externos, vinculados con restricciones financieras de corto plazo o de acceso (y comprensión) de la información asociada con la innovación (Trigo *et al.*, 2002: 144).

Sin embargo, los datos empíricos originales sobre los que se basa el ejercicio de modelización no eran sobre la actuación del artefacto GM de forma aislada, sino más bien de una configuración que incluye los tipos de “factores externos” señalados por los autores. El hecho es que estos factores externos son aquellos que caracterizan la agricultura comercial y son, asimismo, los que implican que la tecnología se desempeñe de forma particularmente favorable. Está claro que resulta inconsistente considerar las tecnologías GM como parte un sistema sociotécnico híbrido cuando se evalúa su desempeño en grandes explotaciones, por un lado, y en cambio considerarlas como artefactos aislados cuando se trata de extrapolar su desempeño en explotaciones más pequeñas.

Glover (2010a) ha identificado el mismo tipo de inconsistencias. En un análisis de los estudios de impacto socioeconómico del algodón Bt que se centraba específicamente en productores pobres de pequeña escala en un número de países, el autor explora la discrepancia que existe entre, por un lado, una lectura cuidadosa de los detalles de los propios estudios, los cuales indican que los efectos socioeconómicos son mixtos y dependen de la configuración agronómica, socioeconómica e institucional en que se hubiera adoptado la tecnología y, por otro lado, las conclusiones de algunos de esos estudios académicos y un discurso político más amplio que ha caracterizado a las tecnologías GM como historias de éxito para el desarrollo considerándolas tecnologías “propobre”. Glover sostiene que las conclusiones o discursos optimistas dependen de un análisis que separa las prestaciones técnicas del rasgo Bt del contexto agroecológico e institucional en el que se ha puesto en uso. Además, estos discursos hacen un tratamiento asimétrico de la evidencia ya que, por un lado, le atribuyen al rasgo Bt ventajas propias –independientes del contexto– que justifican su desempeño superior, mientras los problemas y las limitaciones que surgen

de su utilización sí se atribuyen a factores del contexto socioeconómico y agronómico.

Más allá de estas inconsistencias, el punto conceptual más general que vale la pena reiterar aquí, y para el cual nuestro análisis empírico aporta evidencia, es que realmente no tiene mucho sentido concebir y discutir el desempeño de la tecnología como artefactos de forma aislada. Los artefactos, sin duda, tienen potencial para realizar ciertas funciones, pero no hacen nada hasta que se vinculan y se alinean con otros elementos sociales y técnicos que forman la configuración en la que operan.

El segundo punto a destacar es que, aunque muchos analistas reconocen que el desempeño de los cultivos transgénicos es o puede ser dependiente del contexto, quizás subestiman hasta qué punto los contextos locales de adopción y uso realmente importan. En nuestro caso de estudio, prácticamente todos los aspectos del sistema basado en tecnológicas GM difieren entre contextos de adopción diferentes. Incluso el artefacto núcleo mismo, la semilla GM, fue modificada en respuesta –y para adaptarse– a las circunstancias contextuales locales. Creemos que la situación de que tanto los materiales y artefactos como las condiciones institucionales, agronómicas y socioeconómicas pueden variar según los contextos de adopción de las tecnologías es tal vez subestimada por muchos comentaristas. Un ejemplo potencialmente llamativo de esto se hace evidente, una vez más, en una de las evaluaciones de impacto de algodón Bt en la Argentina mencionado al principio de este documento. El estudio en cuestión se basó en datos a nivel de chacra tanto de adoptantes como de no adoptantes de semillas Bt de algodón (Qaim y De Janvry, 2005). Los autores encuestaron a un rango de explotaciones de distinto tamaño, pero notaron que todos los adoptantes eran productores grandes –con un tamaño medio de 730 hectáreas y ninguno con menos de 90 hectáreas–. Es muy probable, sin embargo, que los pequeños productores en esa época también hubieran adoptado la tecnología, aunque variedades no certificadas de semillas GM disponibles gracias a la multiplicación informal, pero los autores definían el artefacto como si solo existiera en su forma certificada.<sup>27</sup> Es como si el artefacto,

---

27 Los autores definían los adoptantes de tecnología Bt como aquellos que habían utilizado al menos una vez la semilla Bt en alguna de las dos siembras pasadas y esta información les fue suministrada por la empresa proveedora de semillas (Genética Mandiyú) (Qaim y De Janvry, 2005: 181). Si bien no podemos estar seguros de que en el momento de la encuesta (2001) las variedades informales de semillas Bt ya hubieran comenzado a circular entre los productores más pequeños, algunas fuentes entrevistadas sostuvieron que las variedades copiadas de semillas Bt empezaron a circular en 1999-2000, por lo que es factible suponer que en 2001 ya habría algunos pequeños productores adoptando semilla informal.

una vez traspuesto de un sistema sociotécnico a otro, y modificado en el proceso, dejara de existir.

Finalmente, en nuestro estudio de caso hemos hecho hincapié en cómo las políticas adoptadas y ejecutadas por instituciones como el ente regulador de semillas (INASE) y organismos públicos de investigación y extensión agrícola (INTA) son aspectos integrales de la configuración de una tecnología, ya sea intencionalmente o no. De esta forma, se resalta el papel que tienen las políticas públicas para moldear esas configuraciones para fines sociales. He aquí dos cuestiones que vale la pena destacar. La primera es la flexibilidad, al menos en principio, de los sistemas tecnológicos, dada su naturaleza sociotécnica híbrida. Como tal, el grado de intervención potencial de la política pública para dar forma a las prácticas tecnológicas no se limita solo a influir en una serie de restricciones de contexto (como la disponibilidad de crédito, la capacitación de productores o la disponibilidad de mercados de productos alternativos), sino que se extiende aguas arriba a través del proceso de innovación en sí, y de hecho a las cuestiones relativas a la dirección general de cambio tecnológico que se sostienen y promueven desde las decisiones de política. Algunas de las iniciativas de políticas que hemos mencionado en este documento, tales como los esfuerzos del INTA para desarrollar artefactos destinados a superar las problemas productivos de los pequeños productores que estén disponibles a un costo razonable (por ejemplo, variedades de semillas GM o insecticidas biológicos eficaces contra el picudo del algodónero, o maquinaria adecuada para pequeñas explotaciones), están destinadas a influir en estos aspectos que se encuentran aguas arriba en la práctica tecnológica.

La segunda cuestión es que la configuración local de las biotecnologías agrícolas (y por lo tanto, sus características y desempeño) está influida por las interacciones entre diferentes tipos y niveles de políticas así como por la forma en que estas se vinculan con, por ejemplo, las actividades de otros actores, instituciones y mercados. Existe un aspecto de la calidad de la tecnología que es sistémico. En la práctica, por ejemplo, se observa que hay iniciativas de políticas para mejorar las condiciones de vida de los pequeños productores (por ejemplo, políticas de transferencias de ingreso, subsidios para la compra de insumos, etcétera) que están siendo socavadas por otros aspectos de la política de Estado. En particular, la ley nacional de patentes ha ayudado a promover la comercialización de las biotecnologías agrícolas impidiendo que las empresas competidoras de semillas o el sector público utilicen variedades de semillas que contienen construcciones genéticas patentadas como base para su propio programa de mejoramiento. Esto ha dado lugar a un monopolio de variedades

transgénicas de algodón en la Argentina que, como consecuencia de ello, provee semillas certificadas a precios altos y por canales de distribución que no siempre llegan a las zonas de pequeños productores. Esto implicó que los pequeños productores no tuvieran otra opción que obtener semillas en un mercado paralelo de semillas copiadas de mala calidad, el cual es uno de los motivos de peso que explican la desventaja relativa de producir algodón GM en pequeña escala. Del mismo modo, los esfuerzos del INTA para desarrollar una variedad de algodón GM resistente al picudo del algodón que sea asequible para la pequeña producción se tornan todavía más difíciles por las restricciones que imponen tanto la ley de propiedad intelectual como la normativa vigente de comercialización (en términos de acceso a material genético patentado y debido a los costos de la comercialización de cualquier desarrollo potencial).

En ambos casos, se pueden contemplar iniciativas de política que ayuden a resolver este tipo de contradicciones. Tales iniciativas podrían incluir medidas que eximan a los pequeños productores de tener que pagar regalías de semillas, arreglos para que las cooperativas puedan multiplicar y vender semillas a los pequeños productores en situaciones de control de calidad adecuado, licencias obligatorias que permitan a diversos actores utilizar secuencias de genes patentadas si no fueron utilizadas por los titulares de la patente para desarrollar un producto dentro de un período determinado de tiempo, el apoyo a los laboratorios nacionales para cumplir con los requisitos de certificación exigidos por las normas internacionales de liberación comercial de eventos transgénicos (con el fin de reducir los costos de comercialización de una semilla GM) o medidas para promover la colaboración entre las instituciones públicas y las empresas privadas de biotecnología. Desde ya, este tipo de intervenciones podrían haberse recomendado sin necesidad de adherir a la perspectiva de configuración sociotécnica de la tecnología. Pero hacerlo contribuye a facilitar un diagnóstico de por qué cierta clase de problemas y limitaciones caracterizan la producción de algodón a pequeña escala, en términos de cómo interactúan las políticas, las instituciones, los artefactos y las prácticas. De esta forma, también se identifican más fácilmente los tipos de opciones que pueden ayudar a superar algunas de esas dificultades.

## Bibliografía

- Aleman, C. (2003). "Apuntes para la construcción de los períodos históricos de la extensión rural del INTA", en Thornton, R. y Cimadevilla, G. (eds.), *La extensión rural en debate. Concepciones, retrospectivas, cambios y estrategias para el Mercosur*, Buenos Aires: INTA.

- Argenbio (2008). “Los cultivos transgénicos en 2007. Adopción, Impacto y perspectivas futuras”, *Cuaderno de por qué biotecnología*, n° 77, Buenos Aires.
- Arza, V.; Fazio, M.E.; Goldberg, L. y van Zwanenberg, P. (2010). “Problemas de la regulación en semillas: el caso del algodón transgénico en el Chaco”, *Desarrollo Económico*, vol. 49, n° 196, 605-628.
- Arza, V.; Goldberg, L. y Vazquez, C. (2012). “Difusión de algodón GM y su impacto sobre la rentabilidad de pequeños productores. Estudio de caso de cuatro localidades chaqueñas”, *Revista de la CEPAL*, vol. 107, 137-156.
- Bijker, W.E. (1995). *Of bicycles, bakelites, and bulbs: toward a theory of socio-technical change*, MIT Press.
- Bisang, R.; Anlló, G. y Campi, M. (2008). “Una revolución (no tan) silenciosa. Claves para repensar el agro en Argentina”, *Desarrollo Económico*, vol. 48, 165-207.
- Bisang, R. y Gutman, G.E. (2003). “Un equilibrio peligroso. Las nuevas dinámicas en la producción agropecuaria [Nota de tapa: Argentina agraria. Cosecharás tu siembra]”, *Encrucijadas*, Vol. 3, n° 21, 9-19.
- Diario Formosa (2011). *Diarioformosa.net*
- Elena, G. (2001). “Ventajas económicas del algodón transgénico en Argentina”, Documento de Trabajo, INTA Estación Experimental Sáenz Peña.
- Elena, G.M.; Imfeld, E.; Pasich, L.; Ricciardi, A. y Russo, J. (2000). *Estudio de la cadena nacional agroindustrial algodón de la República Argentina*, Sáenz Peña, INTA EEA Sáenz Peña.
- Elena de Bianconi, M.G. (2011). “Costo de producción por hectárea de algodón - 2009/2010 - para surcos estrechos (0,52m) Nu Opal Rr”, EEA Sáenz Peña: INTA, Área de Investigación Agronomía - Sec. Economía.
- García, G.M.C. (2008). “The agricultural machinery industry in Argentina: From restructuring to internationalization?”, *Revista de la CEPAL*, vol. 96, 223-239.
- Glover, D. (2010a). “Exploring the resilience of Bt Cotton’s ‘Pro-Poor Success Story’”, *Development and Change*, vol. 41, n° 6, 955-981.
- Glover, D. (2010b). “Is Bt cotton a pro-poor technology? A review and critique of the empirical record”, *Journal of Agrarian Change*, vol. 10, n° 4, 482-509.

- Gómez-Barbero, M. y Rodríguez-Cerezo, E. (2006). "Economic impact of dominant GM crops worldwide: A review", *Technical Report Series EUR 22547 EN*, Sevilla: European Commission, Institute for Prospective Technological Studies.
- Grossi-de-Sa, M.F.; De Magalhaes, M.Q.; Silva, M.S.; Margareth, S.; Silva, B.; Dias, S.C.; Nakasu, E.Y.T.; Brunetta, P.S.F.; Oliveira, G.R. y de Oliveira Neto, O.B. (2007). "Susceptibility of *Anthonomus Grandis* (cotton boll weevil) and *Spodoptera Frugiperda* (fall armyworm) to a cryIIa-type toxin from a Brazilian bacillus thuringiensis strain", *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, vol. 40, nº 5, 773-782.
- Hughes, T.P. (1987). "The evolution of large technological systems", en Bijker, W.E.; Hughes, T.P. y Pinch, T. (eds.), *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, Cambridge: MIT Press, 51-82.
- International Cotton Advisory Committee (2009). "Biotech cotton and the technology fee", *ICAC Recorder*, vol. 27, nº 1.
- James, C. (2010). "Global status of commercialized biotech/GM crops: 2010", *ISAAA Brief nº 42*.
- Kline, R. y Pinch, T.J. (1996). "Users as agents of technological change: The social construction of the automobile in the rural United States", *Technology and Culture*, vol. 37, nº 4, 763-795.
- Lanteri, A.; Confalonieri, V.A. y Scataglini, M.A. (2003). "El picudo del algodón en la Argentina: Principales resultados e implicancias de los estudios moleculares", *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, vol. 62, 1-15.
- Larramendy, J.C. y Pellegrino, L.A. (2005). *El algodón: ¿una oportunidad perdida?*, La Plata: Ediciones Al Margen.
- Lema, D. y Penna, J.A. (2001). "Adopción de las sojas resistentes a herbicidas en Argentina: un análisis económico", Buenos Aires: INTA, Instituto de Economía y Sociología.
- McCloughlin, I.; Badham, R. y Couchman, P. (2000). "Rethinking political process in technological change: socio-technical configurations and frames", *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 12, nº 1, 17-37.
- Penna, J.A. y Lema, D. (2003). "Adoption of herbicide tolerant soybeans in Argentina: an economic analysis", en Kalaitzandonakes, N. (ed.),

- Economic and environmental impacts of agrotechnology*, Nueva York: Kluwer-Plenum, 203-220.
- Pinch, T. y Bijker, W.E. (1987). "The social construction of facts and artifacts", *The Social Construction of Technological Systems*, vol. 36.
- Qaim, M. (2009). "The economics of genetically modified crops", *Annual Review of Resource Economics*, vol. 1, 665-693.
- Qaim, M. y De Janvry, A. (2005). "Bt cotton and pesticide use in Argentina: economic and environmental effects", *Environment and Development Economics*, vol. 10, n° 2, 179-200.
- Qaim, M. y Traxler, G. (2005). "Roundup ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects", *Agricultural Economics*, vol. 32, n° 1, 73-86.
- Rip, A. y Kemp, R. (1998). "Technological change", en Rayner, S. y Malone, L. (eds.), *Human choice and climate change, vol 2: Resources and technology*, Washington: Batelle Press, 327-399.
- Roca, C. (2003). "Impacto económico de la soja y el algodón transgénicos en Argentina", Buenos Aires: Asociación de Semilleros Argentinos.
- Russell, A.W. y Williams, R. (2002). "Social shaping of technology: frameworks, findings and implications for policy", en Sørensen, K.H. y Williams, R. (eds.), *Shaping technology, guiding policies, concepts, spaces and tools*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Smith, A.; Stirling, A. y Berkhout, F. (2005). "The governance of socio-technical transitions", *Research Policy*, n° 34, 1491-1500.
- Trigo, E. (2011). *Quince años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina*, ArgenBio.
- Trigo, E. y Cap, E. (2003). "The impact of the introduction of transgenic crops in Argentinean agriculture", *AgBioForum*, vol. 6, n° 3, 87-94.
- Trigo, E. y Cap, E. (2006). *Diez años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina*, ArgenBio.
- Trigo, E.; Chudnovsky, D.; Cap, E. y López, A. (2002). *Los transgénicos en la agricultura argentina. Una historia con final abierto*, Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- UPOV, (2005). "Upov Report on the impact of plant variety protection".
- Valenzuela, C. y Scavo, Á. (2009). *La trama territorial del algodón en el Chaco: un enfoque multiescalar de espacios en transición*, La Colmena.

- Valenzuela, C. y Scavo, Á. (2011). "Reestructuración productiva, asociativismo y diversificación. El proyecto de los consorcios productivos en el sector agrícola chaqueño", *Pampa*, vol. 7, n° 7, 95-120.
- van Zwanenberg, P. y Arza, V. (en prensa). "Biotechnology and its configurations: GM cotton production on large and small farms in Argentina", *Technology in Society*, número especial *Biotechnology, Controversy, and Policy: Challenges of the Bioeconomy in Latin America*.
- van Zwanenberg, P.; Ely, A y Smith, A. (2011). *Rethinking regulation: harmonising tendencies and local realities*, Oxford: Earthscan.
- van Zwanenberg, P.; Ely, A.; Smith, A.; Chuanbo, C.; Shijun, D.; Fazio, M.E. y Goldberg, L. (2012). "The regulation of agricultural biotechnology in Argentina and China: critical assessment of state-centered and de-centered approaches", *Regulation and Governance*, vol. 5, n° 2, 166-186.
- Verner, D. (2006). "Rural poor in rich rural areas: poverty in rural Argentina" *World Bank Policy Research Working Paper*, 4096.
- Williams, R. y Edge, D. (1996). "The social shaping of technology", *Research Policy*, vol. 25, n° 6, 865-899.

# ¿Cómo transformar las industrias de recursos naturales en América Latina en una dirección de mayor sustentabilidad?

El caso del sector agrícola en la Argentina\*

ANABEL MARÍN\*\*

MAXIMILIANO VILA SEOANE\*\*\*

PABLO BURKOLTER\*\*\*\*

---

## Introducción

Las economías en América Latina y el Caribe (LAC) están fuertemente asociadas a la explotación y exportación de su amplia diversidad de recursos naturales. En la literatura sobre el desarrollo de la región hay una idea muy difundida según la cual las industrias orientadas hacia la explotación

---

\* Este estudio ha sido realizado con financiamiento del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (IDRC) para el proyecto “Opening Up Natural Resource-Based Industries for Innovation: Exploring New Pathways for Development in Latin America”. Para mayor información, visite la página web: [nrpathways.wix.com/home](http://nrpathways.wix.com/home).

\*\* Fundación Centro de Investigaciones para la Transformación (CENTIT); CONICET, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* PhD candidate, University of Bonn.

\*\*\*\* Fundación Centro de Investigaciones para la Transformación (CENTIT), Buenos Aires, Argentina.

de recursos naturales (RN) presentan problemas de sustentabilidad y un bajo potencial para contribuir al desarrollo socioeconómico y, por ende, se debería inducir un cambio estructural promoviendo otros sectores más intensivos en conocimiento. Esta sugerencia se basa en ideas que provienen de la literatura de innovación sectorial, la cual asume que los sectores industriales tienen características intrínsecas que determinan su dinámica innovativa y, por lo tanto, su potencial de contribuir en términos de desarrollo.

Este artículo explora una posibilidad diferente: la de transformar el modelo de desarrollo de industrias de RN redireccionando la trayectoria de desarrollo social y tecnológico y modificando prácticas, instituciones e infraestructuras existentes con el fin de abordar los problemas de sustentabilidad que estas industrias presentan. Nuestro interés no es cómo alejarse de las industrias basadas en RN, sino identificar diferentes tipos de alternativas dentro de industrias seleccionadas que puedan responder mejor a los desafíos de la región en términos económicos (resiliencia), sociales (justicia) y ambientales (sustentabilidad). Esta perspectiva se basa en estudios sobre “transiciones sociotécnicas” que han cobrado importancia en debates recientes en la literatura sobre innovación y desarrollo sustentable. Según este enfoque, los sectores no tienen características intrínsecas que impidan cambios en su configuración interna. Por el contrario, al identificar los diversos impedimentos que hacen que un sistema sea poco flexible al cambio estructural, es posible crear y/o abrir espacios y procesos en los que se puedan desarrollar innovaciones radicales, por ejemplo, a través de nuevas políticas ambientales.

La evidencia empírica del trabajo proviene del sector agrícola en la Argentina. Partiendo de los conceptos presentes en la literatura de transiciones, se exploraron dos tipos de alternativas con potencial de redirigir el desarrollo del sector agrícola en la Argentina hacia caminos más sustentables: 1) *senderos de ruptura*, es decir, nuevas empresas o proyectos que proponen un sendero distinto al sistema dominante de producción; y 2) *senderos de reparación*, que aspiran a dar soluciones parciales a los problemas específicos generados por el sistema dominante sin cuestionar su lógica principal de funcionamiento. El estudio busca explorar las siguientes cuestiones: ¿cuáles son los principales problemas que enfrenta el sector agrícola argentino?, ¿existen alternativas potencialmente capaces de brindar soluciones a los desafíos detectados?, ¿qué tan desarrolladas se encuentran?, ¿cómo encajan en el régimen dominante?, ¿aspiran principalmente a retroalimentar el sistema dominante o a transformarlo?, ¿se dirigen hacia una dirección de mayor sostenibilidad?, ¿qué factores impi-

den la emergencia y expansión de alternativas con mejores perspectivas en términos económicos, sociales y ambientales?

El trabajo hace dos contribuciones importantes a la literatura y al debate actual. En primer lugar, proponemos una operacionalización de algunos de los conceptos de la teoría de transiciones sociotécnicas para aplicarlo en un problema tradicional de desarrollo, la explotación de RN, algo no estudiado por el momento en el marco de esta teoría. En segundo lugar, ofrecemos una visión general de las posibilidades para transformar el sector agrícola en la Argentina, partiendo de los desarrollos positivos alcanzados por el sector, los desafíos que presenta, así como la existencia concreta de alternativas. Esto constituye un avance en relación con los estudios realizados en el campo, enfocados únicamente en los aspectos positivos y/o negativos sin realizar un relevamiento de actividades alternativas que puedan aportar innovaciones para resolver los problemas existentes o transformar radicalmente el sector hacia direcciones de mayor sostenibilidad.

El artículo está organizado de la siguiente forma. Primero se sintetizan los aspectos principales del marco teórico del estudio. En segundo lugar, se describen la metodología y los criterios utilizados para identificar y explorar las alternativas. En tercer lugar, se describen las características principales del sistema dominante de producción agrícola en la Argentina prestando particular atención a los desafíos que presenta en términos de crecimiento económico, de inclusión social y de sustentabilidad ambiental. En cuarto lugar, identificamos las principales alternativas y las describimos. Y finalmente, en la última sección, se discuten los procesos que podrían estar impidiendo la transformación por la vía de las alternativas detectadas y se sugieren aspectos para explorar en investigaciones futuras.

## La literatura de transiciones

El análisis en el presente estudio se basa en la teoría de *transiciones sociotécnicas* (Rip y Kemp, 1998; Geels, 2002; 2004; Smith *et al.*, 2005). Un problema central en las investigaciones sobre transiciones es comprender cómo moverse de un régimen de resolución de problemas sociotécnicos (RST) establecido, relativamente estable e incrementalmente innovador, a otro nuevo régimen en el que la configuración sociotécnica sea económicamente más integrada, ambientalmente más sostenible y socialmente más justa. Dentro de cada régimen coexisten vías convencionales (o “dominantes”) de resolver problemas con vías alternativas. Las vías dominantes son las que se encuentran ampliamente difundidas, institucionalizadas

y se mantienen al beneficiarse de años de inversiones, infraestructura, avances tecnológicos, actitudes y patrones de conducta de usuarios y redes sociales, además de relaciones e interdependencias entre actores, actividades y políticas establecidas. En cambio, las alternativas (o nichos) son prácticas que se desvían de aquellas altamente institucionalizadas y forman nichos que proponen tecnologías y/o prácticas organizacionales diferentes de las convencionales.

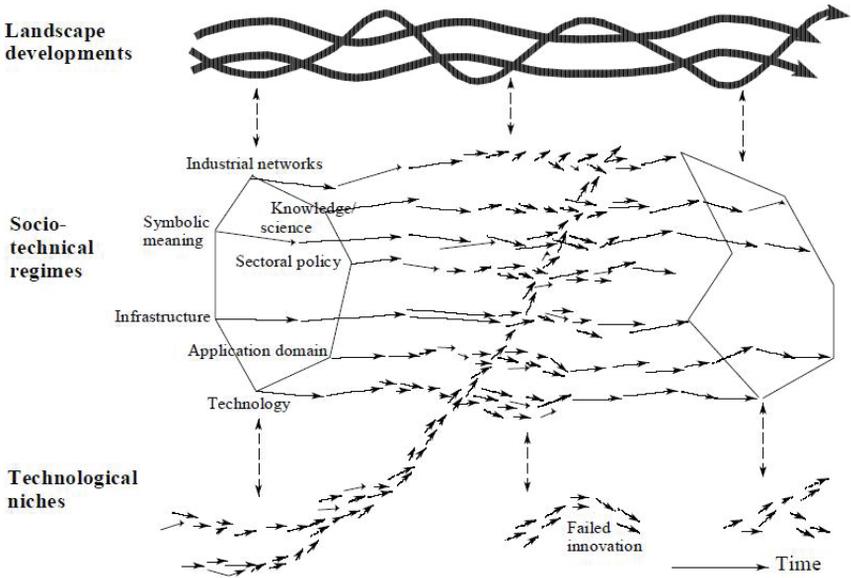
Las tensiones que se van generando en un RST abren ventanas de oportunidad para la emergencia de alternativas o nichos que ofrezcan soluciones a dichos problemas.<sup>1</sup> Los nichos son espacios que tienen protección y aislamiento de las condiciones normales de selección que existen en el RST. Esto les permite experimentar con nuevas tecnologías que usualmente tienen un menor desempeño técnico y son menos rentables en sus fases iniciales en comparación con tecnologías que se benefician de años de desarrollo y apoyos de diversa índole. Las alternativas o nichos juegan un papel clave en la creación de nuevos espacios y procesos que promuevan innovaciones disruptivas o reparadoras de las trayectorias establecidas. Asimismo, pueden evitar los efectos de *lock-in* o de encierro en trayectorias que no son sostenibles a largo plazo.

El gráfico 1 esquematiza cómo las transiciones sociotécnicas son el resultado de la interacción entre tres niveles: 1) el *régimen sociotécnico* establecido, por ejemplo, prácticas establecidas de explotación que se encuentran altamente institucionalizadas; 2) el *landscape* (paisaje), por ejemplo, el conjunto de variables que conforman el contexto social, económico y ambiental en el que la industria opera; y 3) el *nicho*, por ejemplo, nuevos emprendimientos que innovan nuevas formas de explotar los RN (Rip y Kemp, 1998). La interrelación entre los diferentes niveles se conoce como perspectiva multinivel de las transiciones. Una posible interacción entre los tres niveles es, por ejemplo, a través de los cambios en el paisaje que pueden generar presiones en el RST que conlleven a la creación de alternativas o nichos que permitan redirigir su trayectoria hacia nuevas configuraciones. En este contexto, las industrias pueden reestructurarse a través del desarrollo y difusión de nichos que logren abordar los desafíos económicos, sociales y ambientales a los que se enfrenta el RST establecido.

---

1 Algunas de las dificultades que enfrentan los RST surgen de las condiciones de contorno o de “paisaje”, otras se originan directamente por la forma de funcionamiento dentro del RST.

Gráfico 1. La perspectiva multinivel en las transiciones sociotécnicas



Fuente: Geels, 2002.

## Metodología

### Datos

A fin de caracterizar el RST, las condiciones de “paisaje” y las alternativas o nichos existentes en el sector agrícola argentino, se han utilizado las siguientes fuentes de información. En primer lugar, se consultaron fuentes secundarias, tales como artículos de investigación de libros y periódicos que estudian y analizan las ventajas y desventajas del modelo de agricultura industrial en la Argentina, con un enfoque especial en el sistema de producción de soja y la solución de problemas detectados. En segundo lugar, se realizaron 10 entrevistas con actores claves, se analizaron tanto opiniones positivas como negativas sobre el desarrollo y la sostenibilidad del RST y se identificaron alternativas y/o nichos prometedores para estudiar con más detalle.

## Enfoque empírico

Se tomaron en cuenta dos aspectos claves en el momento de identificar diversas alternativas. El primero fue analizar la estructura y trayectoria dominante en la explotación de recursos en la industria en cuestión, las características tecnológicas y los problemas sociales, económicos y ambientales que se presentan. El segundo aspecto fue estudiar el desarrollo de estructuras alternativas o emprendimientos que buscan resolver algunas de las problemáticas identificadas y evaluar su potencial respectivo. Ambos aspectos se entrecruzan en el momento de estudiar la interacción entre alternativas y el RST, particularmente si las alternativas pueden ser factores de cambio en las prácticas del RST y/o si las configuraciones actuales del RST existente obstaculizan el desarrollo y difusión de estas trayectorias alternativas.

Las alternativas se definen no solo con respecto a la tecnología en un sentido tradicional (por ejemplo, el uso de distintos tipos de maquinarias, de insumos, de términos de capital, o de mano de obra, etcétera), sino también en su sentido más amplio con respecto a otros aspectos que caracterizan el régimen sociotécnico. En el análisis se consideraron las siguientes dimensiones *vis-à-vis* el RST: el tipo de producto, el proceso y organización productiva, la base de conocimiento y tecnológica, el tipo de agente(s), la zona geográfica, el grado de codificación y apropiación del conocimiento utilizado, la demanda y la orientación de mercado, las características organizativas y estructurales de los actores y las redes de innovación y la política e instituciones públicas. Así, cuanto mayores sean las diferencias de estas dimensiones, más se diferencia la alternativa del RST y, por ende, más radical es esta. Sin embargo, también nos interesamos en proyectos que promuevan la diversidad dentro del RST y de la economía.

## El sistema agrícola en la Argentina: características y desafíos

Las características principales del sistema agrícola según el marco teórico de transiciones: condiciones de entorno y régimen

El RST actual de explotación agrícola, eminentemente intensivo, ha sido asociado a un aumento en la producción y productividad del sector sin precedentes. En el curso de las décadas de 1970 y 1980, el sector agrícola en la Argentina tenía un desempeño relativamente pobre, que crecía menos en comparación con el resto de la economía y llegaba apenas a superar el nivel de producción que tuvo desde 1960. Entre 1990 y 2005,

la producción del sector creció en promedio un 5,7% anual (mientras que el crecimiento del PIB fue del 3,4% p.a.) y la producción total de granos (principalmente soja, maíz y trigo) aumentó de 30 millones de toneladas a finales de los años ochenta a alrededor de 70 millones. Algunas de las razones que explican esta expansión son: a) un aumento en el número de grandes explotaciones; b) la expansión de los monocultivos con miras a aumentar su eficiencia; c) la obtención de rendimientos más elevados; d) una mayor rentabilidad de la producción agrícola por los altos precios internacionales de los granos; e) el uso del paquete tecnológico (que se describe más adelante) y de los métodos de organización en el cultivo de soja que es menos arriesgado y menos complejo que con otras cosechas; y f) la expansión de la frontera agrícola.

## Condiciones de entorno

Entre los factores que contribuyen a la expansión del sistema intensivo que domina actualmente el sector agrícola argentino se encuentran:

*La expansión de la agricultura intensiva en el mundo:* La producción industrial de productos agrícolas se ha convertido en el paradigma dominante en el sector agrícola. Su sistema de producción se asemeja a la forma en la que operan otras industrias, con equipos altamente estandarizados, la aplicación intensiva de tecnologías y un uso intensivo de insumos. Por ejemplo, la aplicación de la biotecnología es considerada por algunos especialistas como una de las tecnologías esenciales para llegar a abastecer la demanda creciente de alimentos a causa de la población en constante aumento, entre otros factores (Borlaug, 2000).

*El crecimiento económico de países emergentes:* En particular de China y el resto de Asia, cuyo auge ha influido en el aumento de la demanda mundial y del precio de materias primas como la soja, principal insumo de la producción de carnes, que alcanza una fase ascendente de precios a niveles máximos históricos desde el 2000. China, por sí sola, consumía el 7,7% del total mundial en soja en 1990, el 26% en 2000 y el 56% en el 2010, aproximadamente (CEPAL, 2012). Según un estudio de Durán y Pellandra (2012, citado por CEPAL, 2012), en el período 2005-2010, los sectores primarios (agricultura, silvicultura, caza y pesca y petróleo y minería) de las principales economías latinoamericanas se han beneficiado de la demanda creciente de China, pero, por otro lado, los sectores manufactureros han tenido un déficit comercial

creciente con China (textiles, confecciones y calzado, caucho y plástico, metales y productos derivados, maquinarias y equipos, y automotores y autopartes). Esto refleja la especialización creciente de América Latina en la exportación de productos primarios y sus derivados, al mismo tiempo que aumentan sus importaciones en manufacturas no basadas en recursos naturales.

*Encarecimiento del petróleo por escasez:* La insuficiencia de este recurso para satisfacer la demanda, ya predicha en el famoso análisis de Hubbert, amenaza con alterar radicalmente el funcionamiento de la economía mundial, fuertemente dependiente de combustibles fósiles. Actualmente, las economías más desarrolladas lideran la producción de energías alternativas, entre las cuales se destacan los biocombustibles, producidos a partir de distintas materias primas como la soja. Esto ha generado una presión mayor en los principales productores de cultivos, como la Argentina y Brasil.

*Otros motivos económicos del incremento de los precios de la soja:* La reciente crisis económica mundial aumentó los intereses y actividades especulativas en los mercados agrícolas. Esta tendencia de precios crecientes motiva aún más el uso de la biotecnología en la producción de organismos genéticamente modificados (OGM) a fin de aumentar la productividad y extender las fronteras agrícolas, algo que ocurre en la Argentina (Peiretti, 2004).

Estas tendencias en el contexto empujan el sector en dirección de una mayor intensidad. Sin embargo, existe otro conjunto de factores que presionan al RST hacia nuevas direcciones. Entre ellos los más importantes incluyen:

*Creciente rechazo a los alimentos transgénicos:* Durante los últimos años ha aumentado la preocupación de diversos grupos y organismos sociales por los efectos nocivos que los alimentos transgénicos podrían tener sobre la salud humana. Si bien dichos efectos no han podido ser probados científicamente, varias organizaciones abogan por su prohibición y un regreso a la alimentación “natural” exenta de transformaciones genéticas introducidas por el hombre.

*Incremento en la segmentación de mercados en países desarrollados:* Por los motivos mencionados en el punto previo, se han ampliado los mercados de alimentos orgánicos y de comercio justo. Esto se debe principalmente a una mayor concientización por parte de los consumidores, que buscan productos saludables, que no dañen el medio

ambiente y que ayuden positivamente al desarrollo socioeconómico de pequeños productores.

*Alternativas a la soja:* Algunos analistas han advertido que uno de los mercados más redituables basados en soja, las exportaciones de aceite de soja, podría ser seriamente amenazado por el surgimiento y consolidación del mercado de aceite de palma.<sup>2</sup> China, en particular, ha decidido incrementar sus compras de este aceite y reducir las de soja.<sup>3</sup>

*Aumento de la conciencia ambiental:* Los efectos del cambio climático y el calentamiento global, así como otros desafíos ambientales a escala global (por ejemplo, la crisis alimentaria y la escasez de agua), son hechos que han llevado a una mayor conciencia sobre los problemas ambientales que el mundo enfrenta. La Argentina no es inmune a estos desafíos, por lo que existen varios actores sociales que abogan en contra de la expansión de prácticas de la agricultura industrial que dañan el medio ambiente.

## Nivel régimen sociotécnico

### Principales características técnicas

El mejor ejemplo sobre el RST que domina en la producción agrícola en la Argentina es el sistema de producción de soja, que desplazó a otros cultivos tradicionales y que también se expande a otros cultivos como el maíz y el algodón. A continuación se describen los principales desarrollos tecnológicos de la agricultura intensiva que caracterizan al RST en la Argentina que, en su conjunto, se denomina “paquete tecnológico” (Bisang, 2003):

*Semillas transgénicas:* Se introdujeron en el país en 1996. Su principal característica radica en que, gracias al uso de la biotecnología moderna, las semillas pueden ser mejoradas para obtener propiedades que no tendrían por cruzamiento natural. En particular, en el caso de la soja transgénica, es resistente al potente herbicida glifosato (de la multinacional Monsanto), que elimina todo tipo de cultivo, plaga, etcétera, que

---

2 <http://ar.reuters.com/article/topNews/idARL1E8LGBJ220121016> (Consultado el 03/06/2011).

3 Reuters Argentina, 2011. Consultado el 03/06/2011 y disponible en: <http://ar.reuters.com/article/idARN1323724820110413?pageNumber=1&virtualBrandChannel=0>.

no sea tolerante. Las estadísticas muestran una veloz expansión de este cultivo. Por ejemplo, antes de 1996, no existían semillas transgénicas en el mercado; en solo 6 años, el 91% de las semillas usadas para la producción de soja eran transgénicas (Bisang, 2003). Actualmente, este porcentaje es mayor, en gran parte porque Monsanto no patentó en la Argentina el gen que le confiere la tolerancia al glifosato dentro del plazo estipulado por la ley, como fue el caso en otros países, lo que fomentó una amplia difusión y comercialización de la soja RR y del glifosato en el país.

*Siembra directa:* Esta técnica de cultivo, que consiste en plantar semillas sin remover la tierra, ha permitido mejorar la productividad y la rentabilidad y, al mismo tiempo, reducir los efectos de la erosión (hídrica y eólica) sobre el suelo (Peiretti, 2004). Sin embargo, para ser efectiva, se requiere el uso masivo de herbicidas, en este caso, el glifosato, para controlar las malezas (Bisang, 2003). En 1990, la proporción del área cultivada bajo siembra directa era casi insignificante; en 2000, se aplicó en el 50% área total cultivada y en 2005-2006 alcanzó el 70%.<sup>4</sup> Esta difusión rápida y extendida de las tecnologías de siembra directa en la Argentina en la década de los noventa abrió nuevas oportunidades en el sector de maquinaria agrícola debido a la demanda de nuevas maquinarias específicas.

*Biocidas:* Los herbicidas son necesarios para eliminar todo tipo de maleza, plaga o insecto que pueda dañar la cosecha de cultivos. Algunos autores estiman que todos los años se utilizan alrededor de 200 millones de litros de herbicida a base de glifosato en la Argentina para la producción de 50 millones de toneladas de soja (Antonioniou *et al.*, 2010). Los biocidas son elaborados generalmente por la industria química, que en la Argentina tiene un mercado de aproximadamente US\$ 700 millones, de los cuales el 71% corresponde a herbicidas (Bisang, 2003). El glifosato es producido por varios suministradores internacionales y algunos productores locales (Bisang, 2003).

*Fertilizantes:* Una parte accesoria del paquete tecnológico ha sido el uso masivo de fertilizantes, cuyo uso en toneladas aumentó cerca de 8 veces en el período 1984-2006 y aproximadamente 6 veces en la cantidad usada por hectárea cosechada entre 1993-2006 (Bisang *et al.*, 2008). Este incremento coincide con la expansión de la frontera agrícola y la aplicación intensiva de siembra directa (Bisang *et al.*, 2008).

---

4 Consultado el 03/06/2011 y disponible en las estadísticas del sitio: <http://www.aapresid.org.ar/>.

Además, el sector ha favorecido un crecimiento notable en otras actividades relacionadas, más avanzadas en la cadena de valor, ambos aguas abajo y aguas arriba, exportando en algunos casos la mayor parte de la producción, por ejemplo, de aceite y biocombustibles. La Argentina tiene una de las industrias procesadoras de cereales más modernas a nivel global: el 80% de los cultivos son procesados, en Brasil esta porción es mucho más pequeña. Durante los últimos cuatro años, la producción de biocombustibles creció un 400%, 85% de la cual se destina a mercados externos. Asimismo, dos industrias que hacen uso más intensivo de la tecnología y los conocimientos han sido impulsadas bajo el RST establecido:

- *La industria de semillas*: A pesar de que compañías internacionales proveedoras de semillas han logrado captar una parte importante del mercado, en la década pasada se desarrolló un número considerable de mejoras genéticas del gen transgénico realizadas por la industria de semillas nacional. Entre las compañías más exitosas en este rubro destacan Nidera, Bioceres, Don Mario, Buke y Cane, entre otras.
- *Maquinaria agrícola*: La rápida y amplia difusión de las tecnologías de siembra directa abrió nuevas oportunidades para la maquinaria agrícola. Esto abrió nuevos nichos para el desarrollo de cierto tipo de actividades dentro del sector, como para los fabricantes especializados en rociadores autopropulsados y máquinas sembradoras, así como productores de equipos intensivos en conocimiento e insumos agrícolas. En cambio, en el caso de los tractores y cosechadoras, la cuota de mercado interior correspondiente a los productores locales se redujo significativamente en los noventa. Tras haber acumulado capacidades sustanciales para satisfacer las demandas de productores agrícolas innovadores en la Argentina, las compañías que fueron pioneras en la adopción masiva de tecnologías de siembra directa están en una posición fuerte para producir maquinaria adaptada a otras condiciones ecológicas en otros países.

### Principales aspectos sociales y organizativos

Entre los principales aspectos sociales y organizativos se destacan:

- Quien desarrolla las actividades no necesariamente es el propietario de las tierras. Este es un fenómeno que resulta de la introducción de un nuevo actor en la escena agrícola de los noventa, el

contratista, quien tiene la maquinaria y el conocimiento necesarios y alquila extensiones grandes de tierra para la cosecha.

- Los proveedores de servicios adquieren una mayor relevancia.
- Los contratos son la base de las diferentes actividades.
- El uso prominente e intensivo de tecnologías a fin de ganar competitividad. La mayor parte de ellas son de origen extranjero.
- Poca intervención estatal en la definición de la dirección del RST, que se encuentra principalmente dirigido por señales de mercado, pero sí una creciente dependencia del Estado para captar parte de las rentas excepcionales generadas.
- Poca intervención de los consumidores locales ya que la mayor parte de la producción es para exportación.

La combinación de estas características forma un modelo de producción que ha sido llamado “modelo en coordinación en red”, que contrasta con el modelo de producción agrícola tradicional, más vertical, en el cual el dueño de la tierra la explota bajo su propio riesgo tratando de dominar la mayor cantidad de procesos productivos con sus propios equipos y tecnología (Bisang *et al.*, 2008).

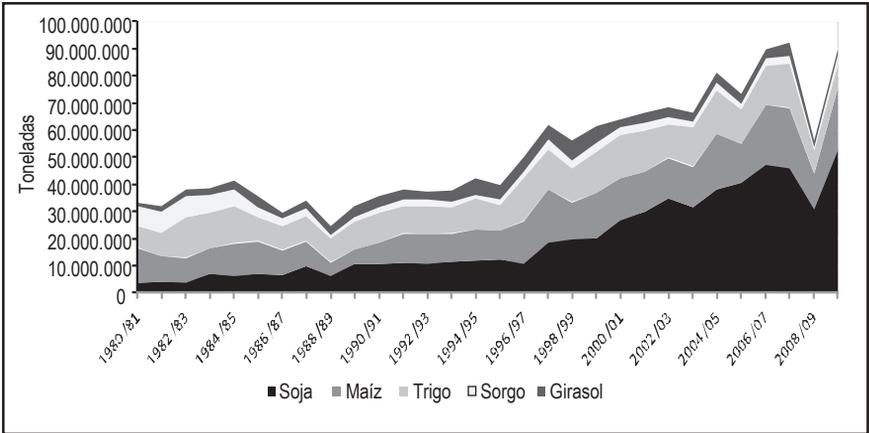
## Desafíos del sistema dominante: posibilidades de cambio

El actual RST ha introducido varios desafíos en términos de sostenibilidad económica, social y ambiental. A continuación se sintetizan los ocho argumentos principales detectados en la literatura:

### 1. Los efectos de un creciente monocultivo

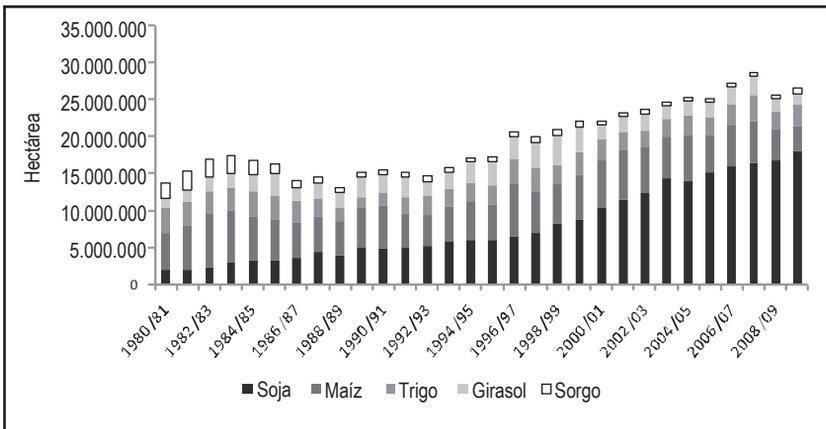
El gráfico 2 muestra la evolución en los niveles de producción de los cinco principales cultivos en la Argentina desde 1980 hasta la fecha; mientras que el gráfico 3 muestra la cantidad de hectáreas utilizadas para cada uno de estos cultivos por cosecha en este mismo período. Ambos gráficos ponen en evidencia el creciente peso de la producción sojera a lo largo de los últimos 20 años, en desmedro de los otros cuatro cultivos. La creciente producción de soja se ilustra claramente en el gráfico 4.

Gráfico 2. Cantidad total de toneladas producidas para los cinco cultivos con mayor producción



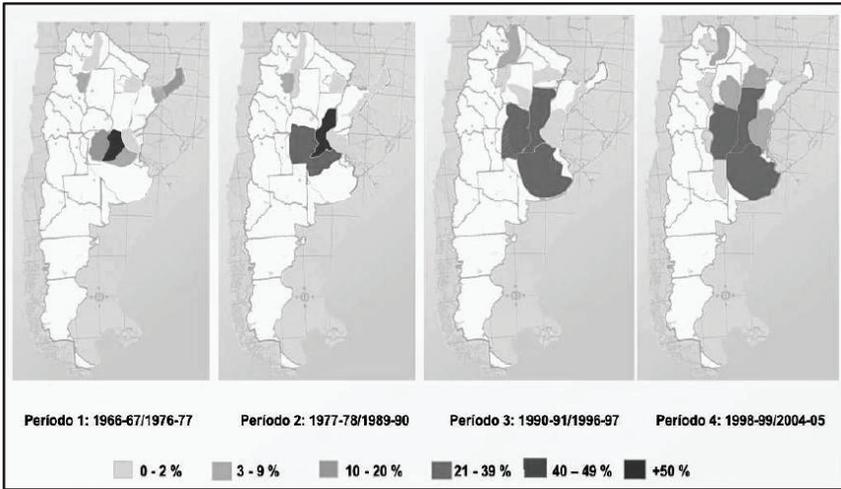
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Gráfico 3. Cantidad total de hectáreas sembradas para la producción de los cinco principales cultivos



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Gráfico 4. Distribución espacial de tierras sembradas con soja



Fuente: Brieva, 2006.

Al igual que otras economías de la región, este proceso de intensificación agrícola ha creado una fuerte dependencia de la exportación de *commodities* y de su precio. Actualmente, la soja representa casi el 60% de la producción agrícola y los diversos productos derivados de soja, el 45% de las exportaciones totales del país (CEPAL, 2012). Según un informe reciente del Instituto Nacional de Estadística y Censos, las ventas del sector agrícola representan el 25% del ingreso del total de las exportaciones argentinas<sup>5</sup> seguidas por la industria automotriz con el 12,6% y las exportaciones de petróleo y gas con el 7,9% del total. Entre 2000 y 2010, el principal producto de exportación de la Argentina, la soja, aumentó del 14,8% al 25,4% del total de las exportaciones (CEPAL, 2012). Esto señala que la producción de soja es económicamente muy redituable en la Argentina, pero también que la primarización de las exportaciones genera riesgos en relación con una mayor dependencia del volumen exportado y de su valor en el mercado internacional.

En cuanto a los efectos secundarios de la tendencia hacia un monocultivo en el medio ambiente, se pueden destacar los siguientes:

5 Diario *Ámbito.com*, 2011. Consultado el 03/06/2011 y disponible en: <http://www.ambito.com/noticia.asp?id=581385>.

*Una mayor erosión del suelo:* La expansión del monocultivo sojero ha intensificado la agricultura a gran escala, produjo una fuerte declinación en la fertilidad del suelo y dejó algunos de ellos inutilizables (Altieri y Pengue, 2006). Por ejemplo, la extracción de nutrientes necesaria para la cosecha de soja podría llevar a una escasez de nitrógeno pesado y fósforo, que limitaría la productividad de suelo (Pengue, 2001). En respuesta, algunos proponen aumentar el uso de fertilizantes, lo cual incrementaría la dependencia de estos (Reboratti, 2010).

*Deforestación:* Estos efectos han sido generados por el cultivo sojero tanto de forma directa como indirecta. Por un lado, la deforestación es causada por la tala de bosques a fin de cultivar soja. Por ejemplo, 118.000 hectáreas han sido desmontadas en la provincia del Chaco, 160.000 hectáreas en Salta y 223.000 hectáreas en Santiago del Estero entre 1998 y 2002 (Altieri y Pengue, 2006). Por otro lado, la deforestación indirecta tiene lugar cuando los bosques se talan para actividades que han sido desplazadas por la soja, como la ganadería o el cultivo de trigo (Pujol y Ramírez Torres, 2007). Asimismo, resulta importante señalar el riesgo creciente de desertificación como consecuencia de la deforestación en el país.

*Pérdida de biodiversidad:* La Argentina es un país con biodiversidad media. El país cuenta con el segundo ecosistema más grande de Sudamérica, el Gran Parque Chaqueño, de más de un millón de kilómetros cuadrados. Sin embargo, se ha demostrado que la expansión de soja amenaza la biodiversidad del país (Pengue, 2010). En una investigación reciente (Aizen *et al.*, 2009), los diferentes indicadores de diversidad utilizados coinciden en mostrar que la diversidad disminuyó en un 20% durante el período de expansión y dominación de la soja.

## 2. Concentración de conocimientos y tierras

En cuanto a la concentración de tierras, según el último Censo Agropecuario, las 936 unidades productivas más grandes controlan 35.515.000 hectáreas, mientras que en el otro extremo, 137.021 pequeños productores controlan solo 2.288.000 hectáreas.<sup>6</sup> Según algunas investigaciones, esto se debe a que las capacidades tecnológicas y de escala necesarias para alcanzar los mercados de exportación han favorecido a los grandes pro-

---

<sup>6</sup> Revista 2016 de Cooperativa Panorama, n° 25, 2009. Consultado el 03/06/2011 y disponible en: <http://www.revista2010.com.ar/agricultura/En-el-reino-de-la-soja.php>.

ductores y forzado a los pequeños y medianos a dejar el negocio (Teubal, 2006; Giarracca, 2008).

Debido a que la tecnología de producción de OGM se concentra en algunas empresas multinacionales, también se ha producido una fuerte concentración de conocimientos en esta área. A pesar de que existen compañías nacionales que introducen variaciones transgénicas desarrolladas en el exterior, la realidad es que un puñado de compañías, entre ellas Monsanto, Syngenta, DuPont, AstraZeneca y Aventis, dominan el 100% de los aspectos claves de la tecnología de semillas GM, 60% del mercado agroquímico y 30% de otras semillas (Teubal, 2006). Esto deja las posibilidades de desarrollo futuras y la toma de decisiones estratégicas sobre esta y otras tecnologías en pocas manos.

### 3. Baja demanda laboral

A pesar del argumento a favor en cuanto a la capacidad del RST de generar empleos a lo largo de su cadena de valor, otros actores sociales sostienen que ha favorecido un sistema de producción agropecuaria “sin campesinos” (La Vía Campesina, 2010). Estos argumentos se basan en un análisis de la disminución de los establecimientos agrícolas. Más precisamente, datos obtenidos del último Censo Agropecuario indican que en 1988 la Argentina tenía 422.000 establecimientos mientras que en 2002 ese número se redujo a 318.000 (Altieri y Pengue, 2006). Los investigadores argumentan que la disminución coincide con el crecimiento del cultivo de la soja transgénica, la mecanización del cultivo y el uso intensivo de insumos, y por lo tanto, atribuyen la disminución de puestos de trabajo a la expansión de la frontera agrícola.<sup>7</sup> A su vez, los investigadores asocian esto con las migraciones del campo a la ciudad y con el empobrecimiento de algunas zonas rurales.

### 4. Pérdida de seguridad alimentaria

Según algunos analistas, el uso creciente del suelo para la producción de soja ha puesto en peligro la seguridad alimentaria<sup>8</sup> del país. Esto se

---

7 Por ejemplo, en promedio, la mano de obra en explotaciones de soja RR es entre 28 y 37% menor que en explotaciones tradicionales (Antoniou *et al.*, 2010). Además, se ha estimado que esta actividad requiere solo 2 trabajadores cada 1000 hectáreas (Antoniou *et al.*, 2010).

8 En cuanto a la disponibilidad y acceso a alimentos.

debe a que el área dedicada a la producción de soja ha crecido a expensas de aquella destinada a actividades de lechería, de cultivo de maíz, trigo, fruta y de ganadería. Por ejemplo, en la temporada 2003-2004, se cultivaron 13,7 millones de hectáreas de soja, pero hubo una reducción de 2,9 millones de hectáreas destinadas a la producción de maíz y 2,15 millones de hectáreas para girasol, entre otras actividades agropecuarias (Altieri y Pengue, 2006). A su vez, esta disminución en la cantidad producida de otros tipos de alimentos es señalada como uno de los motivos del encarecimiento de alimentos de consumo básico de las poblaciones pobres y, en consecuencia, su seguridad alimentaria se ve amenazada al no ser capaces de adquirir los nutrientes básicos para una dieta equilibrada.

## 5. Riesgos para la salud

El uso extendido del paquete tecnológico también ha sido acusado de ser el origen de serios problemas de salud:

*El uso de herbicidas:* Si bien sus fabricantes declaran que el glifosato y otros herbicidas no son peligrosos, existen varios estudios que muestran lo contrario al probar sus efectos altamente tóxicos en la salud humana y animal. Por ejemplo, Antoniou *et al.* (2010) han identificado 12 trabajos previos en los que se demuestra la toxicidad y el peligro inherente al uso de este herbicida.

*El consumo de alimentos transgénicos:* En este caso, el riesgo está asociado con la técnica de la ingeniería genética. Según sus promotores, la técnica es solo una extensión de las técnicas de reproducción natural, pero sus detractores manifiestan que la introducción de un gen ajeno al genoma del organismo anfitrión es un proceso que no ocurre en la naturaleza, y por lo tanto, es un proceso no controlado que puede causar mutaciones y efectos desconocidos, entre ellos cáncer y defectos de nacimiento (Antoniou *et al.*, 2010). Por estos motivos, algunos autores proponen la aplicación del principio precautorio que prohíba la producción de los productos GM hasta demostrar que su consumo no es peligroso para la salud humana (Pavoni, 2010).

## 6. Malezas resistentes al glifosato

Algunos estudios sostienen que el paquete tecnológico que sustenta el crecimiento y la aplicación de la soja transgénica está bajo amenaza por

la aparición y el crecimiento explosivo de malezas resistentes al glifosato, también conocidas con el nombre de “supermalezas”.<sup>9</sup> Su existencia socava la viabilidad de este sistema de producción ya que el glifosato no es capaz de controlar todas las malezas que pueden perjudicar el cultivo de soja transgénica. Por ejemplo, en la Argentina, el sorgo de Alepo es resistente al glifosato y algunos autores argumentan que ya está causando impactos agronómicos y económicos serios en la parte norte del país (Binimelis *et al.*, 2009). Este hecho ha aumentado los impactos ambientales ya que los granjeros, al recibir las recomendaciones de agrónomos para lidiar con estas malezas, terminan utilizando herbicidas más tóxicos que el mismo glifosato tales como MSMA o 2,4-D, que aumentan por supuesto los impactos ambientales y en la salud.

## 7. Comercio de agua virtual<sup>10</sup>

Es un hecho bien conocido que el agua es un elemento clave en la producción agropecuaria, y es así que la escasez existente de agua en varios países del mundo limita sus capacidades para cosechar ciertos cultivos. A fin de lidiar con este problema, los países afectados por la escasez de agua importan cosechas de otros países e implícitamente importan el agua que se necesitó para su producción, lo cual tiene un efecto de “ahorro” de este recurso y, por supuesto, una pérdida del recurso en aquellos que lo utilizaron para la elaboración de cultivo. La Argentina es el cuarto exportador más grande del mundo en el comercio de agua virtual, principalmente debido a las cantidades implícitas en las exportaciones de productos derivados de la soja. A esto se suman los efectos de erosión del suelo que, si continúan agravándose, podrían hacer peligrar la disponibilidad de agua de los productores agropecuarios locales (Penge, 2006).

## 8. Expansión regional y las consecuencias negativas

Existe una tendencia hacia la expansión del monocultivo en todo el MERCOSUR.<sup>11</sup> La producción de soja en la región creció considerable-

---

9 Según la International Survey of Herbicide Resistant Weeds, se han detectado 21 malezas resistentes al glifosato.

10 El agua utilizada durante el proceso de producción de un producto agrícola o industrial se denomina el “agua virtual” contenida en el producto y, en consecuencia, el flujo internacional de materias primas implica un flujo internacional del agua virtual (Hoekstra y Hung, 2005).

11 Un estudio reciente (Pavoni, 2010), muestra que la soja se ha expandido a países vecinos, como Brasil, que ahora es el segundo productor en el mundo y representa el

mente durante las pasadas décadas; pasó de 2 millones sobre el total de los 42 millones de la producción global en la década de los setenta a 115 millones de toneladas de grano en 2008, poco más de la mitad de la producción global total, que alcanzó 218 millones toneladas (Pavoni, 2010). Esto implica que los efectos negativos mencionados previamente se están produciendo también en otros países miembros del MERCOSUR. Tal y como ocurre en el caso argentino, el bloque comercial ocupa el segundo lugar como productor mundial de soja y el primero como exportador. Esto permite que los países miembros obtengan un excedente comercial y una recaudación fiscal considerable, lo que genera una dependencia fuerte en el RST establecido. A su vez, esto reduce las posibilidades de cambio en otras direcciones más sustentables debido a los fuertes impactos económicos que tiene en el corto plazo.

Partiendo del análisis realizado sobre el RST existente y de los desafíos de sostenibilidad económica, social y ambiental a los que se enfrenta el sector, a continuación ofrecemos una visión general de las posibilidades de transformar el sector agrícola en la Argentina a través de alternativas y nichos. Los desafíos aquí identificados pueden ser abordados a través de dos tipos de estrategias: 1) reparando algunas de las problemáticas que presenta el RST –lo que clasificamos como una alternativa de reparación del sendero– y/o 2) promoviendo un nuevo sendero que se base en otros principios y técnicas de uso de los recursos naturales.

### **Posibles transformaciones del RST: alternativas de reparación y de ruptura**

#### **Alternativas de reparación del sendero**

Algunos de los analistas consultados piensan que la mayor parte de los desafíos del RST dominante se pueden resolver sin salirse de los patrones que caracterizan el régimen a través de la implementación de políticas que limiten algunos de los efectos secundarios e incentiven el desarrollo de innovaciones que reparen algunos de los daños y perjuicios causados actualmente. A continuación se mencionan algunas de estas alternativas que repararían el sendero elegido.

---

28% de la producción global con aproximadamente 21 millones de hectáreas cultivadas y 61 millones de toneladas de grano producidas en 2007-2008.

## Diversificación de productos

La primera posibilidad sería la aplicación de políticas públicas que promuevan otros cultivos de forma tal de reducir la acentuada dependencia del monocultivo. Esto permitiría reducir los efectos nocivos asociados al RST, aunque se mantendría la misma lógica de producción de la agricultura industrial. Esbozamos brevemente algunas de las posibilidades sin entrar en detalle sobre las capacidades de producción existentes para estas alternativas en el país, ya que en los casos mencionados es aún incipiente.

1. **Quínoa:** La quínoa es un seudocereal originario de la región andina de Sudamérica, domesticado por las civilizaciones precolombinas hace alrededor de 5000 años.<sup>12</sup> Es considerado uno de los pocos cereales de origen vegetal que es nutricionalmente completo, e incluso un cultivo adecuado para misiones espaciales de la NASA (Schlick y Bubenheim, 1993), debido principalmente a su riqueza en proteínas y aminoácidos.
2. **Amaranto:** También es un seudocereal que era cultivado por los aztecas desde hace 8000 años aproximadamente. Al igual que la quínoa, el amaranto se destaca por el alto nivel alimenticio ya que contiene grandes cantidades de fibra dietética, hierro y calcio así como otras vitaminas y minerales, que le otorgan un valor nutricional excepcional. Además, es bajo en sodio y grasas saturadas.<sup>13</sup>

Ambos cultivos son producidos en provincias del noroeste de la Argentina. Sin embargo, no cuentan con canales de comercialización desarrollados por la falta de mercados de consumidores para estos productos.<sup>14</sup> Por lo tanto, uno de los mayores obstáculos para fomentar la producción de estos cultivos sería la falta de logística en su distribución y comercialización.

3. **Stevia:** Es una planta nativa del Paraguay que ha sido tradicionalmente utilizada para endulzar bebidas y té. Es mencionada como un cultivo muy prometedor debido a su capacidad para reemplazar el azúcar ya que es más dulce y no impacta en los niveles de azúcar en la sangre. En otros términos, es un edulcorante con muy baja cantidad de calorías que puede ser un producto ideal para diabéti-

---

12 FAO Plant Production and Protection Series, 1995. Consultado el 03/06/2011 y disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0646e/T0646E0f.htm>.

13 <http://www.uky.edu/Ag/NewCrops/introsheets/amaranth.pdf> (consultado el 03/06/2011).

14 Consejo Federal de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Consultado el 03/06/2011 y disponible en: [http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pdf/productos\\_alimenticios/Quinoa\\_y\\_Amaranto.pdf](http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pdf/productos_alimenticios/Quinoa_y_Amaranto.pdf).

cos.<sup>15</sup> Ya hay casos de cooperativas que trabajan en su producción y comercialización en provincias del noroeste argentino.

Estas son solo tres opciones a las cuales se les puede sumar una amplia variedad de otros cultivos regionales que aportarían una mayor diversidad a la creciente producción de monocultivo a la que tiende la soja. El desarrollo de cultivos alternativos y tradicionales ayudaría a diversificar los productos dentro del RST y la zona geográfica de producción con fuerte concentración en las pampas. Asimismo, se atendería a las necesidades alimenticias locales y podría generar empleos en zonas rurales beneficiando la agricultura familiar y el cuidado de la biodiversidad. Por otro lado, se fomentarían los conocimientos sobre técnicas de cultivo ancestral, los cuales han perdido mercado frente al modelo exportador de agricultura intensiva.

### Cambios tecnológicos

Una segunda posibilidad es resolver algunos de los problemas asociados con el uso extendido del paquete tecnológico. Se ha sido sugerido que los daños y perjuicios causados por el uso intensivo del glifosato podrían evitarse al desarrollar y utilizar un nuevo herbicida menos tóxico, pero que cumpla similares funciones sobre los cultivos deseados.<sup>16</sup> Por otra parte, resulta necesario un mejor monitoreo en el uso de agroquímicos con miras a evitar su abuso y evaluar su impacto.

Otra opción que suele ser mencionada es la utilización y amplia difusión de los principios del manejo integrado de plagas, que podrían reducir los efectos colaterales del uso de herbicidas. Esta alternativa se basa en un conjunto de estrategias ecológicas para controlar las plagas y establece límites de poblaciones de plagas aceptables para un rendimiento económico dado y un control constante de campo de potenciales problemas. En la Argentina, el INTA ha estado promoviendo el método desde la década del setenta. Otra acción que puede regularse e implementarse con rigor es volver a la rotación de cultivos entre cosechas. La posibilidad de obtener amplios beneficios económicos en el corto plazo ha llevado a que no se respete en gran parte de los terrenos cultivados con soja la necesaria y

---

15 About.com, 2009. Consultado el 03/06/2011 y disponible en: <http://longevity.about.com/od/lifelongnutrition/a/stevia-extract.htm>.

16 Algunos autores, entre ellos Pavoni (2010), sostienen que son necesarios estudios toxicológicos de ambos herbicidas y del glifosato, así como en alternativas, de manera de prever posibles efectos adversos.

recomendada rotación de cultivos, que es una de las razones por las cuales los suelos están perdiendo sus nutrientes.

En cuanto a los OGM, Greenpeace argumenta que una vía más saludable para seleccionar especies podría ser a través del uso de marcadores moleculares,<sup>17</sup> de forma tal de que una propiedad deseada de un cultivo se obtenga naturalmente evitando los riesgos que no siempre se controlan o conocen de la ingeniería genética. Sin embargo, diversos analistas argumentan que esta opción no es recomendable dado que, en su opinión, el mecanismo de selección de este método podría reducir aún más la biodiversidad.

Sin embargo, estas alternativas no ofrecen respuestas a otros aspectos problemáticos del RST, tal como la generación limitada de empleo y la concentración de conocimiento en pocas manos, entre otros. En el próximo subapartado se describen posibilidades de producción más radicales, que aspiran a transformar la forma de producción del RST.

### Alternativas que rompen con el sendero: sistemas de producción alternativos

Para otros analistas y productores, las iniciativas descritas previamente solo son soluciones parciales que no resolverán los problemas de fondo y de sostenibilidad a largo plazo del RST. Según esta perspectiva, estos problemas solo pueden ser enfrentados a través de una transformación radical del sector hacia prácticas más sostenibles. En el resto del trabajo se relevan sistemas de producción agrícola alternativos,<sup>18</sup> que si bien se encuentran en estado incipiente de desarrollo en comparación con el RST, ya están en funcionamiento en distintas partes y/o proyectos en curso en la Argentina.

Todas las alternativas seleccionadas son manifestaciones diferentes de lo que es conocido en la literatura como “agricultura sostenible”. A pesar de que no existe un consenso sobre los límites de dicho concepto, a grandes rasgos se lo utiliza para abarcar una serie de métodos, principios y técnicas de cultivo diferentes de las utilizadas en la agricultura convencional o industrial (Rigby y Cáceres, 1997). Entre las alternativas de este tipo

---

17 Greenpeace, 2009. Consultado el 03/06/2011 y disponible en: <http://www.uky.edu/Ag/NewCrops/introsheets/amaranth.pdf>.

18 Las alternativas fueron seleccionadas con el criterio de que resuelven varios problemas del RST al mismo tiempo. Nuestra intención en esta fase del proyecto no es hacer un análisis en profundidad de cada una de ellas, sino proporcionar un relevamiento y una primera visión general de las características principales, que será de utilidad para elegir casos de estudio para analizar posteriormente en profundidad.

de producción, hemos identificado las siguientes: agricultura orgánica, agroecología y biodinámica.

### La agricultura orgánica

Al igual que en el caso del concepto de agricultura sostenible, existe una variedad de definiciones sobre lo que se entiende por agricultura orgánica. En este trabajo se adoptó la definición proporcionada por la ley argentina, que define como sistema de producción ecológico, biológico u orgánico a todo aquel en el que mediante:

...el manejo racional de los recursos naturales y evitando el uso de los productos de síntesis química y otros de efecto tóxico real o potencial para la salud humana, brinde productos sanos, mantenga o incremente la fertilidad de los suelos y la diversidad biológica, conserve los recursos hídricos y presente o intensifique los ciclos biológicos del suelo para suministrar los nutrientes destinados a la vida vegetal y animal, proporcionando a los sistemas naturales, cultivos vegetales y al ganado condiciones tales que les permitan expresar las características básicas de su comportamiento innato, cubriendo las necesidades fisiológicas y ecológicas.<sup>19</sup>

Según la FAO (2007), se han asignado las siguientes características positivas a este sistema de producción:

- Se ha demostrado que ayuda a disminuir el uso de insumos a base de combustibles fósiles, por ejemplo, en Europa y Estados Unidos, donde se redujo entre un 10 y un 70% y entre un 29 y un 37%, respectivamente.
- Incrementa el acceso a los alimentos al aumentar la productividad, diversidad y conservación de los recursos naturales garantizando las fuentes de ingreso y reduciendo los riesgos de los campesinos.
- Mejora los resultados a partir del intercambio de conocimientos entre campesinos.
- Contribuye a la lucha contra el cambio climático al aumentar la captura y almacenamiento de carbono en el suelo, lo que disminuye las emisiones de gas invernadero.

---

19 Ley N° 25.127. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Consultado el 03/06/2011 y disponible en: <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=981&io=4659>.

- Promueve el desarrollo rural ya que requiere una cantidad sustancial de mano de obra (Brebba y Malanos, 2003).
- Restaura la biodiversidad funcional y conserva los servicios ambientales.
- Ayuda a mejorar la ingesta de nutrientes en sus consumidores.
- Permite conservar mejor los recursos hídricos.

Los críticos argumentan que la agricultura orgánica otorga bajos beneficios económicos y que en la actualidad no existen fertilizantes orgánicos en cantidad suficiente para su producción a escala global. Sin embargo, estos son puntos de debate ya que hay estudios que muestran lo contrario (Badgley *et al.*, 2006) al sugerir que la agricultura orgánica efectivamente podría cubrir la demanda mundial de alimentos sin tener que aumentar los terrenos actualmente cultivados, y que también existen suficientes fuentes para la producción de fertilizantes orgánicos. La International Federation of Organic Agriculture Movements estima que las ventas globales en alimentos y bebidas de este tipo de producción alcanzaron en 2009 un total de US\$ 54.900 millones.<sup>20</sup>

En 1992, la Argentina fue el primer país latinoamericano en crear una normativa para producir alimentos orgánicos y por esta razón fue el tercer país en ser aceptado por la Unión Europea como productor de alimentos orgánicos, lo cual impulsó las exportaciones hacia este mercado. En cuanto a la producción existente en la Argentina, según datos de 2008, se utilizaron cuatro millones de hectáreas para producciones orgánicas, de las cuales el 90% estuvo dedicado al ganado orgánico y el porcentaje restante a la agricultura orgánica (Grasa *et al.*, 2010). En lo concerniente a las exportaciones del país, según los mismos autores, el 95% de lo producido se vende en el exterior. La Unión Europea es el mayor receptor de productos orgánicos argentinos y representa el 68% de las exportaciones, seguido por los Estados Unidos con un 24%, mientras el 8% restante incluye otros países, como Japón, Canadá y Ecuador, entre otros. Si bien las estimaciones del informe muestran que, en los años noventa, la Argentina era el principal exportador de América Latina con un nivel de exportaciones de cerca de US\$ 150 millones, en los últimos años el alto crecimiento de las exportaciones orgánicas de México (US\$ 400 millones), Brasil (US\$ 200 millones) y Perú (US\$ 100) ha desplazado a las de la Argentina.

---

<sup>20</sup> International Federation of Organic Agriculture Movements: <http://www.ifoam.org/>.

La actividad legal pionera que tuvo lugar en la Argentina tuvo sus orígenes en el movimiento orgánico argentino, que se inició formalmente en 1983 cuando 30 organizaciones de trayectoria en ecología y agricultura orgánica organizaron un evento sobre la temática a nivel nacional (Grasa *et al.*, 2010). Desde entonces, varias organizaciones e instituciones fueron creadas para fomentar el desarrollo del movimiento y las prácticas de producción asociadas. Probablemente, la existencia de este tipo de organizaciones ha sido uno de los motivos por los cuales la alternativa presenta un buen grado de desarrollo en el país en comparación con otras más incipientes. Entre las más importantes que existen en la actualidad se destacan las siguientes: el Movimiento Argentino para la Producción Orgánica<sup>21</sup> (MAPO), la Cámara Argentina de Productores Orgánicos Certificados y la Cámara Argentina de Certificadoras de Alimentos, Productos Orgánicos y Afines.

En cuanto a la legislación, en 1999 se sancionó la Ley N° 25.127, que promueve los sistemas de producción orgánica (Brebba y Malanos, 2003), y en 2003, se inició un consorcio público-privado con la creación de la Comisión de Evaluación de la Agricultura Orgánica en Argentina en la órbita del actual Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Aunque las condiciones parecen ser prometedoras, las investigaciones previas sobre el sector indican que no existió un aumento en las exportaciones argentinas durante los últimos años. Actualmente, falta información sobre las diversas barreras y los procesos que se deben cumplir para la exportación. Asimismo, los mercados locales aún se encuentran muy poco desarrollados, lo cual es una barrera para la venta a nivel nacional de este tipo de producción (Grasa *et al.*, 2010).

Una de las posibles causas para que no haya nuevos productores es la falta de apoyo por parte del Estado para ayudar a los productores a realizar la transición de un sistema tradicional a uno orgánico. Los primeros dos años son claves ya que los costos de producción son usualmente más elevados en comparación con la agricultura convencional. Pero el principal problema señalado por diversas personas entrevistadas es que la certificación orgánica suele ser costosa para los pequeños productores. Por consiguiente, su producción no puede acceder los canales oficiales de comercialización ni pueden ser “oficialmente” reconocidos como orgánicos para obtener mejores precios y verificar la calidad del producto. Esto es una consecuencia de la orientación netamente exportadora de esta alternativa. No obstante, en la comunidad de productores se está discutiendo

---

21 Movimiento Argentino para la Producción Orgánica: <http://www.mapo.org.ar/>.

la posibilidad de proponer y contar con distintos tipos de certificaciones según el mercado de destino. Es decir, los productos dirigidos a mercados extranjeros mantendrían la actual estructura, pero se introducirían nuevos tipos de certificaciones para los mercados locales al alcance de pequeños productores, por ejemplo, de forma colectiva como en Brasil, donde pueden certificar su producción orgánica (Mateos y Ghezán, 2010).

A pesar de estas barreras, un documento bastante reciente (IICA, 2009) ha recolectado distintas experiencias exitosas de agricultura orgánica a lo largo del país a fin de fomentar modelos económicos similares en otras partes de la Argentina. Entre ellos, podemos destacar el caso del grupo Pampa Orgánica, creado en 2003 y que agrupa a 12 productores orgánicos con un total de 17.000 hectáreas de producción orgánica, de las cuales el 20% se destina a la producción de girasol, maíz, soja, mijo, trigo, cebada, centeno, avena, entre otros cultivos, y el 80% está dedicado a producción de carne.<sup>22</sup>

En síntesis, esta alternativa resolvería varios de los desafíos que enfrenta el RST. No utiliza herbicidas ni ningún otro producto químico, por lo cual los problemas de régimen asociados a la salud estarían resueltos. A su vez, ofrece una variedad de productos más amplia y, por principio, se preocupa por la preservación de los recursos naturales, tales como el suelo y la diversidad biológica, reduciendo todos los riesgos asociados al monocultivo. También el proceso de producción es menos intensivo en tecnología y, por lo tanto, requiere mayor mano de obra en comparación con la agricultura intensiva o industrial. En cuanto a los mercados, por ahora se basa en exportaciones, tal como el actual RST, pero carece de mercados locales desarrollados, que es un punto débil de la alternativa, en conjunto con la falta de otros sistemas de certificación.

### La agricultura agroecológica

Una de las primeras definiciones científicas de la agroecología data del comienzo del siglo xx, cuando se entendía con este término la aplicación de la ecología en la agricultura, una definición amplia que se mantiene hoy en día. Con mayor precisión, se la define como “la aplicación de principios y conceptos ecológicos al diseño y manejo de sistemas agroecológicos sustentables, biodiversos y socialmente justos”<sup>23</sup> (Altieri, 1989). Por lo tanto, es un concepto más amplio que el orgánico, e incluso algunos au-

22 Grupo Pampa Orgánica: <http://www.grupopampaorganica.com.ar>.

23 Consultado el 03/06/2011 y disponible en: <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/11/agroeco-ruraldev-slowfood.pdf>.

tores (Wezel *et al.*, 2009) lo definen al mismo tiempo como una ciencia, un movimiento y una práctica.

Los movimientos asociados con la agroecología surgieron en la década de 1960 en respuesta a las consecuencias inesperadas producidas por la revolución verde. Durante estos primeros años, el movimiento no tenía este nombre para autoidentificarse, aunque sí compartía el mismo objetivo, promover un cambio de paradigma en el modelo de agricultura industrial. Recién desde 1990, el término se utiliza efectivamente para identificar movimientos sociales y para demarcar su diferencia con respecto al sistema de producción agroindustrial dominante (Wezel *et al.*, 2009).

En un informe reciente de las Naciones Unidas se han sugerido varios efectos positivos que podría generar la producción a gran escala basada en principios agroecológicos. Entre ellos, que sería posible incrementar la productividad de las granjas y aumentar la seguridad alimentaria, mejorar los ingresos de los campesinos y revertir la tendencia actual de pérdida de especies y de biodiversidad (De Schutter, 2011). Todas estas características son consideradas como elementos importantes que contribuirían al derecho de acceso a los alimentos en diferentes dimensiones como, por ejemplo, en términos de su disponibilidad, accesibilidad, suficiencia, sustentabilidad y participación en su producción. Además, la agroecología combina tanto los conocimientos provenientes de investigaciones científicas como el conocimiento local de distintas comunidades y pone el énfasis en tecnologías e innovaciones que requieren un uso intensivo de conocimientos de bajo costo y fácilmente adoptables por pequeños y medianos productores. Debido a estos motivos, la agroecología es considerada como una alternativa que puede brindar soluciones a la crisis ambiental y alimentaria que el mundo está enfrentando en el siglo XXI (RAPAL, 2009).

Los críticos de esta alternativa argumentan que los métodos agroecológicos no tienen buenos rendimientos. Sin embargo, como en el caso de la agricultura orgánica, existen estudios que han mostrado que las prácticas agroecológicas pueden tener igual o aun mayores beneficios por hectárea que los métodos convencionales (RAPAL, 2009). Por ejemplo, se menciona el caso del algodón en Brasil; después de unas intensas lluvias durante la cosecha 2008-2009, los productores que optaron por técnicas agroecológicas obtuvieron un beneficio de R\$980 por hectárea, mientras que los productores que se inclinaron por las prácticas agrícolas intensivas más tradicionales perdieron R\$762 por hectárea.

Uno de los motivos por los cuales la agroecología no ha logrado expandirse se debe a la especificidad en su aplicación ya que requiere una puesta en práctica creativa de los principios agroecológicos en cada sistema

agroecológico. En otros términos, no se cuenta con una única solución para todo tipo de sistema como existe actualmente en el caso del paquete tecnológico del actual RST (Altieri, 2002). Otro motivo es que las prácticas y los conocimientos de la agroecología han sido bloqueados de los canales tradicionales de difusión de conocimiento, por ejemplo, las universidades o escuelas técnicas agropecuarias.

No obstante, existen casos en el país. Entre ellos, desde 1995 la ONG Centro de Estudios de Producciones Agroecológicas de Rosario (CEPAR) se dedica al estudio de los principios de la agroecología en el norte de la provincia de Santa Fe. En particular, han utilizado metodología de investigación participativa para estudiar y promover el desarrollo de la agroecología en la región conocida como Chaco santafesino. Con esta finalidad, el CEPAR ha organizado varias reuniones de productores con el objetivo de promover las redes entre los diferentes actores (Ottmann *et al.*, 2003). Asimismo, un estudio reciente del centro describe la emergencia del Movimiento Agroecológico Santafesino (MAS) y a la vez recolecta un conjunto de experiencias agroecológicas en la provincia que sugieren el carácter alternativo de este sistema de producción (Ottmann *et al.*, 2003).

La principal diferencia con la agricultura orgánica radica en el énfasis que la agroecología pone en la aplicación de los principios ecológicos y el requisito de que las prácticas sean de carácter local. Esto implica un tipo de conocimiento muy particular y específico que, como se mencionó, dificulta su difusión. También, la agroecología busca maximizar el impacto social y mantener su carácter político. Y por último, se pone énfasis en tecnologías de proceso.

Para resumir, la agroecología incluye las principales ventajas de la agricultura orgánica sobre el RST, es decir, no utiliza herbicidas, busca preservar los recursos naturales, hace un uso intensivo de mano de obra, etcétera. Pero, además, tiene otras ventajas. En primer lugar, se basa en conocimientos y capacidades locales, por lo que las fuentes de conocimiento son más democráticas y diversificadas y, en segundo lugar, los mercados están más orientados a satisfacer las necesidades locales de alimentación. Por último, no necesita una certificación para funcionar.

### La agricultura biodinámica

Es un sistema alternativo de agricultura desarrollado en Europa por el filósofo austríaco Rudolph Steiner a principios de la década del veinte. El enfoque biodinámico tampoco utiliza compuestos químicos sintéticos y la principal diferencia con los casos anteriores es que tiene una visión

holística de la agricultura en relación con lo que denomina “la dimensión espiritual” del ambiente de la Tierra (Rigby y Cáceres, 1997). Otra definición de agricultura biodinámica, según la *Biodynamics Farming and Gardening Association*,<sup>24</sup> es:

Un impulso para el cambio social profundo arraigado en la práctica de la agricultura. La biodinámica aboga por la necesidad de un nuevo pensamiento en cada aspecto del sistema alimentario, desde la propiedad de la tierra hasta como los alimentos son producidos y distribuidos.

Un tipo de práctica orgánica que incorpora una comprensión de las fuerzas “dinámicas” de la naturaleza que todavía no son enteramente comprendidas por la ciencia. Al trabajar con ingenio sobre estas energías, los productores son capaces de mejorar significativamente la salud de sus granjas y la calidad y el sabor de los alimentos que producen.

La comprensión de que la Tierra entera es un único ecosistema, autorregulable y multidimensional. Los productores biodinámicos buscan imitar este comportamiento con granjas que sean como sistemas autorregulables y con gran biodiversidad a fin de brindar salud a sus tierras y a la comunidad local.

En la Argentina, el movimiento biodinámico se inició alrededor de 1985 con la primera reunión de expertos y profesionales interesados en el tema. Desde entonces, se organizaron reuniones anuales que fomentaron la creación de la Asociación para la Agricultura Biológico-Dinámica de Argentina<sup>25</sup> (AABDA), cuyo objetivo es desarrollar y difundir los principios de la agricultura biodinámica desarrollada por Steiner.

La AABDA manifiesta que existen alrededor de 3.500 granjas certificadas en el mundo entero que usan los métodos biodinámicos para la producción de diversos cultivos y ganado. El sistema de certificación, llamado Demeter,<sup>26</sup> en honor a la diosa griega de la fertilidad, controla qué tipo de granjas producen con base en los principios biodinámicos. La AABDA es el organismo a cargo de dar la certificación en la Argentina y hasta ahora ha aprobado 11 granjas. Por supuesto, argumentan que existen muchas

---

24 *Biodynamics Farming and Gardening Association*: <http://www.biodynamics.com>.

25 Asociación para la Agricultura Biológico-Dinámica de Argentina (AABDA): <http://www.aabda.com.ar/>.

26 Ídem.

otras en el país que aplican los métodos biodinámicos, pero que aún no se encuentran certificadas.

En cuanto a casos exitosos en el país, se destaca la granja Naturaleza Viva, que está dedicada a actividades de agricultura y lechería y está situada en Guadalupe Norte, al noroeste de la provincia de Santa Fe. En una visita de campo realizada se evidenció que la experiencia pudo desarrollarse siguiendo los métodos de la agricultura biodinámica y que obtienen beneficios económicos suficientes con este tipo de producción alternativa. En particular, la experiencia vende gran parte de sus productos en otras provincias del país a consumidores que los valoran por su calidad (especialmente las propiedades naturales que tiene la producción orgánica) y su sabor.

Comparada con las dos alternativas previas, la agricultura biodinámica incluye una visión del mundo muy particular, que implica que su conocimiento de base difiere de los precedentes, aunque los resultados van en la misma dirección, una posible solución a varios de los desafíos que el RST presenta.

## Reflexiones finales

La discusión en América Latina sobre la economía basada en la explotación de recursos naturales gira en torno a cómo alejarse de estas industrias hacia sectores más intensivos en conocimiento. En este trabajo se adoptó un ángulo diferente; nos preguntamos cómo podemos transformar estas industrias para movernos hacia senderos de desarrollo sostenible con el fin de encarar los desafíos económicos, sociales y ambientales de la región. La literatura sobre transiciones sociotécnicas ha desarrollado varios conceptos que son útiles para explorar la posibilidad de transformar el sector agrícola en la Argentina, el cual presenta varios desafíos para el país, asociados con la difusión masiva de métodos de producción intensiva y el uso de transgénicos en los últimos quince años.

Se analizaron dos posibles senderos de transformación en el sector agrícola argentino. Primero, opciones de *sendero de reparación*, entre las cuales identificamos producciones alternativas a la soja en otras áreas geográficas que no son la pampa, tales como la quínoa, el amaranto y la stevia en el norte del país. Entre las alternativas consideradas como *sendero de ruptura*, identificamos tres tipos de sistemas de producción alternativos ya desarrolladas: cultivo orgánico, agroecológico y biodinámico. Estas alternativas tienen en común que responden de forma sostenida a problemas asociados con el RST establecido y responden a problemas específicos o

ayudan a diversificar y crear mayor resiliencia. Asimismo, ofrecen mejores resultados, entre los cuales se destacan: una menor concentración de conocimientos, técnicas, tecnologías y económica; una mayor inclusión social de pequeños y medianos productores; una reducción del impacto ambiental al hacer un menor uso de agroquímicos y reduciendo la deforestación, erosión del suelo y la pérdida de biodiversidad.

No obstante, estas alternativas enfrentan importantes barreras que limitan la difusión más generalizada de estas iniciativas. Algunas de ellas están fuertemente relacionadas con la importancia del sistema dominante para la economía argentina y los procesos de *lock-in* que prevalecen en el sector agrícola y que dificultan el cambio en las configuraciones del régimen existente. A continuación presentamos algunos de ellos.

Las *capacidades existentes* canalizan los desarrollos técnicos en subconjuntos limitados de direcciones posibles (Rip y Kemp, 1998; Elzen *et al.*, 2004). Las actividades e inversiones innovadoras, por ejemplo, se limitan también por las creencias y percepciones, las rutinas y hábitos existentes, y las relaciones e interdependencias entre actores, actividades y políticas establecidas. Por consiguiente, las capacidades existentes limitan la exploración de otras posibilidades dentro del sector agrícola: en sectores de conocimiento (la especificidad y uniformidad de conocimientos adquiridos en programas en ciencias agronómicas hacia el uso del paquete tecnológico) y la creación de sinergias y complementariedades tecnológicas del modelo existente (por ejemplo, semillas GM, uso de herbicidas, siembra directa, etcétera).

*Barreras económicas.* Las tecnologías existentes tienden a ser más baratas y eficientes en el corto plazo porque se han beneficiado de largos períodos de mayores rendimientos (por ejemplo, aprendizaje por acción y uso, economías de escala y las externalidades positivas de las redes). Esto las pone en posición de ventaja en comparación con las prácticas novedosas (Arthur, 1989; Dosi, 1982) y explica por qué las industrias en países en desarrollo las adoptan rápidamente, particularmente las industrias de exportación. Así, no resulta sorprendente que los países en desarrollo enfrenten importantes barreras económicas para moverse a alternativas tecnológicas, ya que esto implicaría desviarse de importantes beneficios económicos ganados de la inversión en tecnologías existentes. La adopción de GM en el sector agrícola en la Argentina constituye un buen ejemplo de esta barrera económica al cambio. La soja GM representa el 25% de las exportaciones del país y el 8% de todos los ingresos fiscales. Moverse hacia tecnologías alternativas en este sector supondría la pérdida de una de las fuentes de ingresos más importantes del Estado.

*Intereses creados.* Los titulares establecidos buscan proteger los costes de inversiones irre recuperables (en capital, competencias y redes sociales, por ejemplo). Actores importantes, como compañías multinacionales, agentes gubernamentales, grandes productores agrícolas, entre otros, resisten por lo tanto a un cambio radical de régimen que amenace sus intereses. Las grandes industrias pueden contar con divisiones e individuos que buscan promover cambios radicales en la forma y organización de la producción, pero a menudo no disponen de los medios para experimentar si estas van en contra de los intereses económicos de la industria.

*Barreras políticas.* Las empresas, los reguladores y otros operadores ya establecidos se benefician de sus posiciones estratégicas dentro del RST actual. El poder económico puede conferir una influencia considerable al tener acceso a los procesos de política de innovación (Smith *et al.*, 2005). Aquellos que innovan fuera de este nexo dependen de las expectativas futuras para defender sus intereses. Los “agentes externos” al régimen no necesariamente tienen que ser pequeños. Por ejemplo, las grandes compañías de tecnología de la información pueden ser agentes externos innovadores; sin embargo, juegan un rol potencialmente transformativo en la adopción de tecnologías alternativas que amenazan aquellas existentes. No obstante, los agentes externos innovadores tienden a tener una organización débil con respecto a los establecidos. Mientras que los accionistas, trabajadores y clientes actuales pueden invertir, participar en la toma de decisiones y ejercer influencia de diversas maneras, los agentes externos al sistema forman un electorado menos influyente a nivel político o económico. El sistema agrícola argentino garantiza que grandes compañías, como Monsanto, Syngenta, Dow y Bayer, tengan acceso a los debates realizados en CONABIA (principal órgano responsable de la aprobación de GM).

*Infraestructura.* Los dispositivos tecnológicos existentes están diseñados para cubrir las necesidades del modelo establecido y dificultan su posible sustitución por otras alternativas (Jacobsson y Johnson, 2000). Por ejemplo, la maquinaria agrícola ha sido adaptada a las técnicas de siembra directa y no para producciones alternativas, como la orgánica o biodinámica.

*Instituciones.* Las regulaciones y subsidios del gobierno, las asociaciones profesionales y los reglamentos de mercado se han desarrollado como parte del RST actual y tienden a reforzar las trayectorias existentes (Hughes, 1983). En el caso de la Argentina, la manera en que estas diferentes instituciones funcionan para dar apoyo al uso de la biotecnología en el sector agrícola ha llevado a varios analistas a identificar una biohegemonía en este país (Newell, 2007): “...la biohegemonía ha sido creada y mantenida

por una alianza de intereses que incluye poderosos productores y comerciantes de agronegocios (tal como Cargill), diversos agentes orientados a la exportación del capital argentino (tales como Biosidus, Relmo y Don Mario), firmas multinacionales de biotecnología (tales como Syngenta, Dow y Monsanto), grandes bancos comerciales y elementos dentro del Estado argentino” (Newell, 2009: 35). En este sentido, resulta relevante destacar la falta de un sistema de certificación para cooperativas (por ejemplo, para certificación orgánica o de comercio justo) así como de regulaciones más accesibles y menos costosas para pequeñas y medianas empresas.

Estos procesos interactúan entre sí y se refuerzan unos a otros estructurando la forma en la que las industrias se comprometen con ciertas trayectorias sociotécnicas más que con otras (Geels, 2002). Los sistemas se encierran en estas trayectorias que son difíciles de desestabilizar y direccionar. El desarrollo de nuevas configuraciones sociotécnicas de “ruptura del sendero” se produce en un contexto de régimen sociotécnico profundamente arraigado, institucionalizado y de una amplia difusión (Unruh, 2000; Geels, 2002). A primera vista podría parecer que nuestras sociedades están atadas a ciertos regímenes, tal como el complejo sojero transgénico en la Argentina. Sin embargo, la presencia de alineaciones inflexibles dentro de una situación de dependencia puede convertirse, en algunos casos, en una fuente de fragilidad a medida que cambian las circunstancias. Por ejemplo, en la Argentina, los beneficios y dependencias altamente concentrados bajo el auge sojero, así como la incapacidad de enfrentar este problema a través de reformas, están haciendo que el sistema se torne propenso a críticas y a un creciente descontento. Además, los desalineamientos internos, provocados por cambios técnicos o cambios en la forma de apropiación, por ejemplo, pueden acompañarse con procesos externos, tal como la concentración de la riqueza, el incremento del empobrecimiento, la creciente sensibilización en materia de medio ambiente, el cambio demográfico, y en la disponibilidad de recursos. Tales procesos pueden desestabilizar el régimen, abrir una ventana de oportunidad para el desarrollo de alternativas y, tal vez, promover transiciones hacia configuraciones radicalmente diferentes.

Para hacer que la producción orgánica tenga éxito, por ejemplo, hay cambios necesarios en cuanto al conocimiento especializado, técnicas confiables, trabajadores calificados, capital de inversión, infraestructuras de suministro y distribución, servicios de mantenimiento, una creciente demanda, mercados rentables, impactos ambientales aceptables, etcétera. Por ende, para lograr el desarrollo de alternativas, se requieren varios elementos materiales, discursivos e institucionales para abrir espacios

de innovación que vayan en dirección de otro nuevo régimen en el que la configuración sociotécnica sea económicamente más integrada, ambientalmente más sostenible y socialmente más justa.

## Bibliografía

- Aizen, M.; Garibaldi, L. y Dondo, M. (2009). “Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina”, *Ecología Austral*, vol. 19, n°1.
- Altieri, M. (1989). “Agroecology: A new research and development paradigm for world agriculture”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 27, 37-46.
- Altieri, M. (1999). “The ecological role of biodiversity in agroecosystems”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74.
- Altieri, M. (2002). “Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments”, *Agriculture Ecosystems and Environment*, vol. 93, n° 1-3, 1-24.
- Altieri, M. (2009). “Agroecology, small farms and food sovereignty”. Disponible en: <http://monthlyreview.org/2009/07/01/agroecology-small-farms-and-food-sovereignty>
- Altieri, M. y Pengue, W. (2006). “GM soybean: Latin America’s new colonizer”. Disponible en: <http://www.grain.org/article/entries/588-gm-soybean-latin-america-s-new-colonizer>
- Antoniou, M.; Brack, P.; Carrasco, A.; Fagan, J.; Habib, M.; Kageyama, P. *et al.* (2010). “GM soy. Sustainable? Responsible?”, GLS Gemeinschaftsbank and ARGE Gentechnik-frei.
- Arthur, W.B. (1989). “Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events”, *The Economic Journal*, 99, 116-131.
- Badgley, C.; Moghtader, J.; Quintero, E.; Zakem, E.; Chappell, J.; Avilés-Vázquez, K.; Samulon, A. y Perfecto, I. (2006). “Organic agriculture and the global food supply”, *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22, 86-108.
- Binimelis, R.; Pengue, W. y Monterroso, I. (2009). “Transgenic treadmill: Responses to the emergence and spread of glyphosate-resistant johnsongrass in Argentina”, *Geoforum*, vol. 40, n° 4, 623-633.

- Bisang, R. (2003). "Difussion process in networks: The case of transgenic soybean in Argentina", Globelics, conferencia internacional sobre sistemas de innovación, y estrategias de desarrollo para el tercer milenio, noviembre.
- Bisang, R.; Anlló, G. y Campi, M. (2008). "Una revolución (no tan) silenciosa. Claves para repensar el agro en Argentina", *Desarrollo Económico*, vol. 48, n° 189-190.
- Borlaug, N. (2000). "Ending world hunger: The promise of biotechnology and the threat of antiscience zealotry", *Plant Physiology*, vol. 124, n°2, 487-490.
- Brebbia, F. y Malanos, N. (2003). "La agricultura orgánica, biológica o ecológica en la Argentina y su repercusión en los mercados mundiales", XXII European Congress and Colloquium of Agricultural Law.
- Brieva, S. (2006). "Dinámica socio-técnica de la producción agrícola en países periféricos: configuración y reconfiguración tecnológica en la producción de semillas de trigo y soja en Argentina, desde 1970 a la actualidad", Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Académica Argentina. Programa de Doctorado en Ciencias Sociales. Tesis para acceder al grado de doctor. Buenos Aires, Argentina.
- CEPAL (2012). *Panorama de la inserción internacional de América Latina y el Caribe 2011-2012*, Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- De Schutter, O. (2011). "Agroecology and the right to food", Naciones Unidas.
- Dosi, G. (1982). "Technological paradigms and technological trajectories", *Research Policy*, vol. 11, 147-162.
- Elzen, B.; Geels, F. y Green, K. (2004). *System innovation and the transition to sustainability: Theory, evidence and policy*, Camberley: Edward Elgar.
- Esteve, M. (2009). "Tierra y agua para poder producir y vivir: el movimiento campesino cordobés", *Revista Theomai*, 20.
- FAO (2007). "Report of the International Conference on Organic Agriculture and Food Security", Roma, 3 al 5 de mayo.
- FoNAF (2008). *Documento base del FoNAF*. Disponible en: <http://www.fonaf.com.ar>
- García Guerreiro, L. (2009). "De articulaciones y resistencias: la experiencia de las ferias francas de Misiones", Latin American Studies Association, Río de Janeiro, 11 al 14 de junio.

- Geels, F. (2002). "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study", Congreso The Future of Innovation Studies, ECIS (Eindhoven Centre of Innovation Studies), Eindhoven.
- Geels, F. (2004). "From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory", *Research Policy*, 33(6-7), 897-920.
- Giarracca, N. (2008). "La Argentina y la democratización de la tierra", *Laboratorio*, 22, 18-21.
- Grasa, O.; Mateos, M. y Ghezán, G. (2010). "Evolución de la producción orgánica argentina en la última década", mimeo.
- GRR (2009). *Pueblos fumigados: informe sobre la problemática del uso de plaguicidas en las principales provincias sojeras de la Argentina*. Disponible en: [http://www.grr.org.ar/trabajos/Pueblos\\_Fumigados\\_\\_GRR\\_.pdf](http://www.grr.org.ar/trabajos/Pueblos_Fumigados__GRR_.pdf)
- Hoekstra, A. y Hung, P. (2005). "Globalisation of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade", *Global Environmental Change*, 15.
- Hughes, T.P. (1983). *Networks of power: Electrification in Western society, 1880-1930*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- IICA (2009). *La producción orgánica en la Argentina*, Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Disponible en: [http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/argentina/Publicaciones%20de%20la%20Oficina/Prod\\_Org\\_Arg.pdf](http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/argentina/Publicaciones%20de%20la%20Oficina/Prod_Org_Arg.pdf).
- Jacobsson, S. y Johnson, A. (2000). "The diffusion of renewable energy technology: An analytical framework and key issues for research", *Energy Policy*, vol. 28, 625-640.
- La Vía Campesina (2010). "Sustainable peasant and family farm agriculture can feed the world", Disponible en <http://viacampesina.org/downloads/pdf/en/paper6-EN-FINAL.pdf>
- Lattuca, A.; Sevilla Guzmán, E.; Ottmann, G. y CEPAR (2007). "Hacia una agroecología urbana: crítica a la sociología de la agricultura desde la praxis del movimiento huertero de la ciudad de Rosario en el sur de Santa Fe", *Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecología*.
- Marin, A. y Smith, A. (2011). "Background paper: Towards a framework for analysing the transformation of natural resource-based industries

- in Latin America: the role of alternatives”, Proyecto IDRC: *Opening up Natural Resource-Based Industries for Innovation: Exploring New Pathways for Development in Latin America*.
- Martínez Castillo, R. (2004). “Análisis de los estilos de agricultura ecológica”, *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 72.
- Mateos, M., y Ghezán, G. (2010). “El proceso de construcción social de normas de calidad en alimentos orgánicos y la inclusión de pequeños productores. El caso de Argentina”, ISDA 2010 Innovation and Sustainable Development in Agriculture and Food, Montpellier, 28 de junio al 1 de julio.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (2011). “La agricultura próxima a las ciudades, una actividad en desarrollo y generadora de puestos de trabajo”, *Tiempo Argentino*.
- Newell, P. (2007). “Biotech firms, biotech politics”, *The Journal of Environment and Development*, vol. 16, n° 2, 183-206.
- Newell, P. (2009). “Bio-hegemony: the political economy of agricultural biotechnology in Argentina”, *Journal of Latin American Studies*, vol. 41, 27-57.
- Ottmann, G. (2004). *Agroecología y sociología histórica desde Latinoamérica. Elementos para el análisis y potenciación del movimiento agroecológico: el caso de la provincia argentina de Santa Fe*, México-Madrid-Córdoba: PNUMA-Mundi Prensa-Universidad de Córdoba.
- Ottmann, G.; Sevilla Guzmán, E. y CEPAR. (2003). “Estrategias agroecológicas en una provincia argentina: el caso del Chaco santafesino”, en IV Seminario Internacional sobre Agroecología, 18 al 21 de noviembre.
- Pavoni, J.C. (2010). “Oro verde en Sudamérica”. Disponible en: <http://www.vocesenelfenix.com/content/oro-verde>
- Peiretti, R. (2004). “The no-till cropping system and its evolution toward the achievement of the MOSHPPA model principles”, Proceedings VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Congresso Brasileiro de Soja (Brazilian Soybean Congress), Foz do Iguazú, 29 de febrero al 5 de marzo, 282-290.
- Pengue, W. (2001). “Impactos de la expansión de la soja en Argentina. Globalización, desarrollo agropecuario e ingeniería genética: un modelo para armar”, *Biodiversidad*, 29, 7-14.

- Pengue, W. (2006a). “‘Agua virtual’, agronegocio sojero y cuestiones económico ambientales futuras”, *Fronteras*, n° 5, GEPAMA, FADU, UBA.
- Pengue, W. (2006b). “La autoproducción de alimentos en Argentina. Aún nos quedan las manos y la tierra”. Disponible en: <http://www.redes.org.uy/2006/11/30/la-autoproduccion-de-alimentos-en-argentina-aun-nos-quedan-las-manos-y-la-tierra-2/>
- Pengue, W. (2010). “Agrocombustibles y agroalimentos: considerando las externalidades de la mayor encrucijada del siglo XXI”, *Agroecología*, 4.
- RAPAL (2009). “Agroecología y desarrollo sostenible”. Disponible en: <http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/AgroecoBriefFINAL.pdf>
- Reboratti, C. (2010). “Un mar de soja: la nueva agricultura en Argentina y sus consecuencias”, *Revista de Geografía Norte Grande*, 45.
- Reynaldo, T. (2004). *Experiencias en agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe*. FAO.
- Rigby, D. y Cáceres, D. (1997). “The sustainability of agricultural systems”, *University of Manchester Working Paper Series*, vol. 10.
- Rip, A. y Kemp, R. (1998). “Technological change”, en Rayner, S. y Malone, E.L. (eds.), *Human choices and climate change. Volume 2: resources and technology*, Columbus, Ohio.
- Schlick, G. y Bubenheim, D. (1993). “Quinoa: An emergent ‘new’ crop with potential for CELSS”. Disponible en: [http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19940015664\\_1994015664.pdf](http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19940015664_1994015664.pdf)
- Smith, A.; Stirling, A. y Berkhout, F. (2005). “The governance of sustainable socio-technical transitions”, *Research Policy*, 34, 1491-1510.
- Tapella, E. (2004). “Agroecología, seguridad alimentaria y desarrollo sustentable en Argentina: sistematización de cuatro experiencias en el contexto de la crisis reciente”, Primera Conferencia de Seguimiento, Evaluación y Sistematización de América Latina y el Caribe.
- Teubal, M. (2006). “Expansión de modelo sojero en la Argentina. De la producción de alimentos a los commodities”, *Realidad Económica*, n° 220.
- Unruh, G.C. (2000). “Understanding carbon lock-in”, *Energy Policy*, vol. 28, 817-830.
- Wezel, A.; Bellon, S.; Doré, T.; Francis, C.; Vallod, D. y David, C. (2009). “Agroecology as a science, a movement and a practice. A review”, *Agronomy for Sustainable Development*, n° 29, 503-515.

## II.2. RECURSOS HUMANOS: CALIFICACIONES, COMPETENCIAS Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO



# Las competencias técnicas de los trabajadores informáticos

El rol de los aprendizajes formales, no formales e informales  
en la producción de software\*

LUCILA DUGHERA \*\*  
GUILLERMINA YANSEN \*\*\*  
AGUSTÍN SEGURA \*\*\*\*  
MARIANO ZUKERFELD \*\*\*\*\*

---

## Introducción

Contrariamente a lo que ocurre en otros rubros signados por altos niveles de innovación, los productores de software no cuentan necesari-

\* El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia titulada y enmarcada por el Proyecto de Reconocimiento Institucional de la Facultad de Ciencias Sociales de la UBA, R10-279. Los integrantes del equipo de investigación son Lucila Dughera, Hugo Ferpozzi, Nahuel Mura, Agustín Segura, Guillermina Yansen y Mariano Zukerfeld. Más información sobre esta investigación puede encontrarse en <http://trabajoinformacional.wordpress.com/>.

\*\* Equipo de Estudios sobre Tecnología, Capitalismo y Sociedad (e-TCS); CONICET; Universidad de Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Equipo de Estudios sobre Tecnología, Capitalismo y Sociedad (e-TCS); Universidad de Buenos Aires, Argentina.

\*\*\*\* Estudiante de grado, Universidad de Buenos Aires.

\*\*\*\*\* Equipo de Estudios sobre Tecnología, Capitalismo y Sociedad (e-TCS), Universidad de Buenos Aires; CONICET, Argentina.

riamente con credenciales académicas elevadas o, más precisamente, no valoran especialmente esas credenciales a la hora de describir el origen de las técnicas que utilizan en su actividad laboral. Esto, sin embargo, varía según el tipo de proceso productivo. Este artículo se propone, por un lado, describir con más detalle la relación entre los trabajadores informáticos y el mundo de las titulaciones académicas y, por otro lado, intenta dar cuenta de los orígenes de las técnicas que efectivamente utilizan los trabajadores. Algunas de ellas surgen de su pasaje trunco por el mundo universitario, otras han sido adquiridas en cursos específicos, mientras que las demás provienen del aprendizaje en la socialización primaria, en el puesto de trabajo y la investigación autodidacta en el tiempo libre. Intentaremos, de este modo, precisar los rasgos de estos caminos formales e informales para el cultivo de las habilidades subjetivas de los trabajadores informáticos. Con todo, la mera descripción de nuestros resultados empíricos conduciría a una interpretación errada del fenómeno. Así, un último objetivo de este trabajo es situar nuestros resultados en el marco más amplio de las transformaciones en curso en las economías capitalistas.

Metodológicamente, esta investigación se basa en una muestra no probabilística de 25 casos. Se realizaron, entre septiembre y diciembre de 2010 en la Ciudad de Buenos Aires, 24 entrevistas en profundidad<sup>1</sup> a productores de software y una a un informante clave. La muestra fue *intencional* y privilegió la heterogeneidad del subsector procurando la *saturación teórica*. En efecto, en otros trabajos señalamos las limitaciones de varios de los abordajes existentes en tanto confunden el amplio y variado universo de la producción de software con alguna de sus manifestaciones particulares (típicamente, la que ocurre en empresas multinacionales). A su vez, propusimos una categorización exhaustiva de esos procesos productivos (Segura *et al.*, 2011) que distingue entre: 1) producción mercantil de software (subdividida en procesos autónomos –micro, pyme y grandes– y heterónomos –filial, en red o escalonada–); 2) producción mercantil de otros bienes y servicios; 3) producción estatal; 4) producción académica; 5) producción en ONG; y 6) producción no laboral (software libre y producción colaborativa). Aunque no todas las categorías tienen la misma relevancia, y considerando que algunos de los entrevistados participan en más de un tipo de proceso productivo, la muestra incluyó

---

1 Tanto el cuestionario utilizado como los fragmentos relevantes de las entrevistas pueden encontrarse en la página web de esta investigación ([trabajoinformacional.wordpress.com](http://trabajoinformacional.wordpress.com)).

al menos dos casos de cada una de las categorías mencionadas. A su vez, se priorizó la heterogeneidad en los roles y jerarquías.

Este artículo está organizado de la siguiente manera. En la primera sección sugerimos, de manera macro y cuantitativa, que la relación entre la titulación y la creación de riqueza no es tan simple como suelen suponer algunos discursos de moda. De hecho, tomando datos de los Estados Unidos, mostramos que el fin del capitalismo industrial se produce junto con un sorprendente cambio de tendencia en la relación entre la titulación de la fuerza laboral y la cantidad de riqueza que la economía genera. De manera muy sintética, introducimos algunos conceptos para enmarcar los datos presentados: la aparición y crecimiento del sector información y del trabajo informacional podrían estar cumpliendo un rol relevante. En efecto, cabe hipotetizar que los procesos productivos basados en la elaboración y manipulación de información digital han contribuido, parcialmente, a trastocar la relación entre producto bruto y titulación. Más específicamente, las tecnologías digitales, la información digital (y los procesos más amplios con los que dialogan) obligan a reconsiderar ciertos supuestos asociados a las nociones usuales de educación y aprendizaje. Eso hacemos en la segunda sección. Partiendo de los límites de la educación formal para dar cuenta de las habilidades utilizadas en los procesos productivos informacionales, señalamos tres tipos de educación reconocidos por la literatura: formal (la que ocurre en el sistema educativo público y privado), no formal (las capacitaciones, cursos y certificaciones) e informal (aprendizajes no institucionales en el puesto de trabajo o en el tiempo extralaboral). Por supuesto, los procesos productivos de software son el caso paradigmático de las tendencias mencionadas. A ellos dedicamos el grueso del artículo. En la tercera sección relevamos cómo esa relación entre producción de software y educación ha sido tratada en la literatura previa. A partir de aquí nos focalizamos en los resultados de nuestro trabajo de campo cualitativo. Recurriendo a los conceptos planteados previamente, se organiza en torno a tres tipos de preguntas.

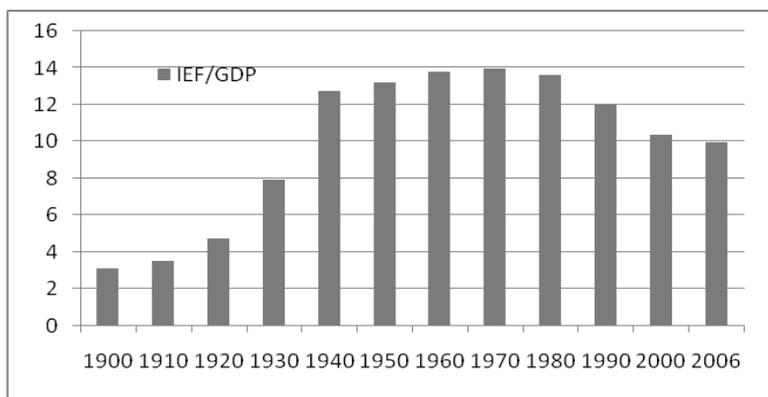
En la cuarta sección, abocada a la educación formal, intentamos responder a interrogantes como: ¿cuál es la relación entre los productores informáticos y el mundo académico?, ¿cuántos obtienen titulaciones de grado y posgrado?, ¿qué tanto les son requeridas esas titulaciones en las firmas en las que se desempeñan?, ¿qué tanto valoran los informáticos, más allá de las credenciales, los aprendizajes que reciben en las universidades? La sección quinta está signada por el mundo de las certificaciones y los cursos: ¿qué importancia tienen estos aprendizajes breves y

no académicos, pero relativamente formales?, ¿qué peso relativo tienen desde la perspectiva de las firmas?, ¿qué aporte hacen a la adquisición de técnicas por parte de los trabajadores? En la sexta sección nos ocupamos de los distintos aprendizajes informales. Entre otras preguntas, intentamos responder las siguientes: ¿qué tipos de aprendizajes en el tiempo de ocio son los que suelen edificar las técnicas de los productores de software?, ¿qué rol juega el aprendizaje a través de Internet?, ¿cuál es la relevancia del aprendizaje en el puesto de trabajo?, ¿qué técnicas actitudinales resultan relevantes? Finalmente, presentamos nuestras conclusiones.

### **Titulación académica y creación de riqueza: el sector información y el trabajo informacional**

La llegada del capitalismo informacional (Castells, 2006) viene acompañada de enfáticos discursos respecto de la relación entre la educación formal y el crecimiento del producto. Los informes de los organismos multilaterales, los *papers* de los economistas y las alocuciones de los políticos no dejan pasar ocasión para destacar la importancia de las credenciales académicas. En la llamada sociedad del conocimiento, la cantidad y calidad de los títulos que ostenta un país o una región son datos insoslayables tanto para los decisores políticos como para el mercado: el éxito económico parece estar vinculado estrechamente con ellos. Sin embargo, si analizamos la relación entre saberes titulados activos en el mercado laboral y crecimiento del producto, quizás encontremos resultados llamativos. Aquí sintetizamos un trabajo previo (Zukerfeld, 2010a) que utilizó datos de los Estados Unidos. Con ellos confeccionamos un sencillo Índice de Educación Formal (IEF) en la población económicamente activa.

Gráfico 1. Índice de educación formal por unidad de producto bruto. Estados Unidos, 1900-2006 (en años de educación formal superior ponderada de la población económicamente activa por dólar de PBI en paridad de Geary-Khamis de 1990)



Fuente: Zukerfeld, 2010a.

El gráfico muestra cómo en los años setenta –hacia el fin del período industrial– se produce un llamativo cambio en la curva. Mientras el “capital humano” crece notablemente más que el producto entre 1900 y 1950, y algo más entre 1950 y 1970, a partir de este último año la relación se torna descendente. Esto se puede prestar a distintas explicaciones, cuya discusión merecería un espacio del que no disponemos aquí. Lo que no puede negarse es la modificación de la pendiente.

Pero aunque aquí no pretendamos explicar el cambio, sí quisiéramos mencionar uno de los factores que podrían estar incidiendo en tal transformación. Supongamos que en los últimos años estuviera emergiendo un nuevo sector de la economía y un nuevo tipo de trabajo. Imaginemos, también, que ese tipo de actividad tuviera, de maneras no siempre fáciles de mensurar, importantes impactos positivos en el producto. Asumamos, finalmente, que en ese sector los saberes titulados fueran menos importantes que en otros sectores. Es evidente que el crecimiento de ese sector y de ese tipo de trabajo explicaría una parte de la modificación de la pendiente. Pues bien, ese sector y ese tipo de trabajo existen: son el sector información y el trabajo informacional.<sup>2</sup>

2 En una entrevista personal, el doctor Andrés López sugirió tres elementos para dudar de la relevancia del crecimiento del trabajo informacional y el sector

En este sentido, los procesos productivos informacionales se han analizado en la bibliografía con base en dos enfoques: el sectorial y el laboral. Sobre ambos hay un conjunto importante de antecedentes. Aquí nos basta, apenas, con recuperar algunos conceptos que hemos discutido en trabajos previos. Ellos parten de una perspectiva materialista respecto de los flujos de conocimientos y de una crítica a los aportes conceptuales previos (especialmente a la inclusión de estas modalidades en el sector servicios).<sup>3</sup> Los

---

información para dar cuenta del descenso del cociente: a) Suponer que los rasgos del sector información, en términos de la relación entre titulación y productividad, tienen un efecto notable sobre toda la economía implica asumir que el peso de ese sector en términos de su aporte al producto es muy relevante. Eso no está probado y, de hecho, las estimaciones existentes tienden a considerar que tal aporte es todavía modesto. b) La reducción de la duración de las carreras de grado y posgrado, que habría ocurrido en ese período, podría estar significando que una cantidad dada de títulos nominales representen magnitudes de conocimientos menores. c) La creciente tercerización de actividades informacionales desde los Estados Unidos hacia, por ejemplo, países asiáticos sería un elemento relevante. Esto implica que podría haber saberes titulados que participan de la generación de riqueza norteamericana, pero que no son tenidos en cuenta en las estadísticas de educación.

Los tres elementos merecen una discusión pormenorizada que no podemos dar aquí. No obstante, podemos introducir algunas consideraciones. Sobre el punto a), hay que decir que el peso del sector información y del trabajo informacional es entendido como unánimemente creciente. Pero en términos cuantitativos, y aunque las mediciones son polémicas, en un trabajo con datos de 1997 ya se puede encontrar que la participación del TI en el producto de los Estados Unidos era del 63% (Apte y Nath, 2004: 2).

Sobre el punto b), hay que decir que no encontramos documentos que confirmen o invaliden la hipótesis de una disminución de los años necesarios para obtener una titulación. Finalmente, el punto c) es quizás el más complejo. Basta aquí con señalar que no contradice uno de los puntos centrales de nuestro argumento: tener un alto índice de educación formal en un país dado no es el motor principal de la productividad en el capitalismo informacional. La hipótesis de la tercerización indica que, a lo sumo, la productividad surge de los titulados que se encuentran en ámbitos que presentan niveles salariales inferiores a los de la región beneficiaria.

3 Respecto de los enfoques sobre la relación entre trabajo y tecnologías digitales, los conceptos de teletrabajo, trabajo inmaterial o trabajadores del conocimiento aportan elementos valiosos que conviene aunar. No obstante, es necesario puntualizar algunas limitaciones. En este sentido, una objeción importante a las nociones de trabajadores del conocimiento y trabajo inmaterial surge de lo mencionado antes: mezclan procesos productivos de BI con servicios (altamente calificados en un caso, afectivos, en el otro). Esa operación opaca la especificidad del trabajo informacional y la novedad de la presente etapa. A su vez, es evidente que el trabajo informacional no es una “actividad sin obra” (Virno, 2003a; 2003b) ni es “inmaterial” (Lazzarato y Negri, 2001) si por ello se entiende que no se objetiva. Por el contrario, por definición, esta actividad en todos los casos se materializa como bien informacional. Además, la noción de trabajo inmaterial tiene el serio defecto de carecer de aplicaciones empíricas (Zukerfeld,

trabajos que han intentado caracterizar un (sub)sector información (con este u otro nombre) arrastran un conjunto de dificultades devenidas de considerarlo como un grupo dentro del sector servicios y, peor, de mezclar en él la producción de bienes y la de servicios. Como señalan varios autores (Hill, 1999; Castells, 2006), los que aquí llamamos bienes informacionales no tienen ninguna característica de los servicios y tienen todas las de los bienes –no se consumen en el momento de su producción, pueden circular independientemente de ese momento y pueden asignarse derechos de propiedad sobre ellos–. Sin embargo, se trata de bienes con propiedades económicas, regulaciones legales y procesos productivos que los distinguen de los bienes agropecuarios o industriales. En consecuencia, parece lógico plantear un esquema de cuatro sectores (Kenessey, 1987) incorporando el sector información. Llamamos *bienes informacionales primarios* a aquellos que están hechos puramente de información digital (música, películas, textos, datos y, ciertamente, software; ver Zukerfeld, 2007). Los *bienes informacionales secundarios*, en cambio, son aquellos que procesan, transmiten y/o almacenan información digital (como PC, smartphones u otras tecnologías digitales). Denominamos *sector información* al compuesto por el conjunto de unidades productivas cuyo *output* principal son bienes informacionales primarios. Algunos ejemplos de esas unidades productivas son los estudios de grabación de música, las consultoras, los call centers, las microempresas dedicadas al diseño gráfico, las firmas abocadas al diseño industrial y las empresas de software (pero también las unidades productivas no mercantiles, como las redes que elaboran software libre), entre otras. Usamos la categoría *trabajo informacional* para referir a las tareas productivas de aquellos trabajadores que utilizan como principal medio de trabajo un bien informacional secundario y que obtienen como producto un bien informacional primario. Diseñadores gráficos, *data entry*, músicos, periodistas y, por supuesto, programadores, representan ejemplos de este tipo de trabajadores. Aunque el trabajo informacional ocurra mayormente en el sector información, ambas nociones deben ser

---

2008). Pero si el recorte que ofrecen los dos primeros conceptos es muy amplio, el que presenta la idea de teletrabajo es demasiado estrecho: el énfasis en el criterio locativo deja fuera de consideración, por ejemplo, a los operadores de los call centers y a los programadores que trabajan en los domicilios de las empresas. Finalmente, y de manera llamativa, ninguno de los tres enfoques identifica con claridad la particular relación que hay entre la producción de bienes informacionales, su replicabilidad y las relaciones de producción basadas en los distintos derechos de propiedad intelectual. Frente a esto, hemos comenzado a delinear una noción, la de trabajo informacional (Zukerfeld, 2008, el término, con un significado distinto, puede encontrarse en Roldán, 2005, y con uno más parecido en Pyöriä, 2006).

distinguidas. Hay, crecientemente, trabajo informacional en otros sectores de la economía (programadores en empresas industriales) y, en menor medida, formas de trabajo no informacional dentro del sector información (el personal de limpieza de una empresa de software). Por supuesto, creemos que el trabajo informacional y el sector información tienen una fisonomía propia y hemos planteado un conjunto de hipótesis respecto de ellos en otros trabajos (Zukerfeld, 2010a; 2010b). La única de esas hipótesis que nos interesa rescatar aquí es la que ya se ha mencionado: el trabajo informacional, en general, parece tener una relación particular con el mundo de la educación. Naturalmente, no podemos discutir esa relación para todo tipo de trabajo informacional en este artículo, sino apenas abordarla para el caso de los productores de software. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, cuando avancemos sobre esa actividad puntual, estaremos concibiéndola como una pieza del puzzle del trabajo informacional y el sector información, y no como una curiosa isla del archipiélago del sector servicios o de la industria.

Hechas estas consideraciones respecto de las transformaciones sectoriales y ocupacionales relativas al capitalismo informacional, es necesario introducir algunos conceptos específicamente asociados a los cambios ocurridos en el ámbito educativo.

### **Educación formal, no formal e informal**

Aquí nos interesa la relación entre el trabajo informacional y las técnicas de los trabajadores. La configuración del capitalismo informacional y las emergencias concomitantes del sector información y del trabajo informacional no han dejado de provocar sismos en el sistema educativo. A los efectos de este trabajo, resulta útil distinguir dos tipos de transformaciones, simultáneas pero portadoras de rasgos específicos. La primera de ellas es la relativa a la mayor o menor informacionalización de los diferentes niveles educativos. La masificación de los bienes informacionales provoca debates respecto de cómo incorporar y justipreciar el aporte de las tecnologías digitales al espacio áulico, pero también acerca de la formación de los docentes y la reconfiguración de la división del poder en las instituciones educativas, entre otros (Jenkins *et al.*, 2006; Ito, 2009; Dussel y Quevedo, 2010). Todos estos debates giran alrededor de los cambios que surgen de los bienes informacionales como *medio*, como *input* para el aprendizaje. El otro tipo de transformación es más específico y alude a los problemas relativos a la educación del segmento concreto de los que serán trabajadores informacionales. Aquí los bienes informacionales aparecen como

un *fin*, como un *output* que deberán producir los educandos. En el primer caso, las preguntas son relativas a cómo utilizar las tecnologías digitales y los flujos de información digital para aprender cualquier asignatura; en el segundo, respecto de cómo desarrollar las habilidades necesarias para producirlas. Evidentemente, ambas cuestiones están relacionadas. No obstante, en este trabajo nos interesa específicamente el segundo tipo de problemas. Más aún, nos interesan los debates respecto de cómo adquiere sus habilidades técnicas un grupo particular de trabajadores informacionales, los productores de software.

En este sentido, las instituciones de educación informática reflexionan usualmente sobre su propia situación. Fundamentalmente a raíz de la migración al Espacio Europeo de Enseñanza Superior<sup>4</sup> (conocido como Tratado de Bolonia), las universidades comienzan a debatir el viraje hacia el paradigma constructivista<sup>5</sup> de enseñanza-aprendizaje. Por caso, un estudio del Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo se replantea las técnicas que deberían brindarse a los ingenieros informáticos para adaptarse a las demandas del mercado y advierte la necesidad de atender a las “competencias genéricas o transversales” a las distintas carreras, relacionadas con la formación integral del trabajador: “Es pues la *integración* de aspectos: conocimientos, destrezas y actitudes lo que conforma la competencia” (Aquilino *et al.*, 2006: 3). Algunas técnicas llamadas *soft skills*, interpersonales, transversales, conceptuales o sociales, según diferentes estudios, apuntan a enfatizar la necesidad de que las competencias no tecnológicas formen parte de la educación superior. Así, por ejemplo actualmente se discuten métodos como el aprendizaje cooperativo o colaborativo (Labra *et al.*, 2006) o el aprendizaje basado en problemas (Barg *et al.*, 2000; Catalán *et al.*, 2005; Hernández *et al.*, 2006) como métodos renovadores para el sector informático. Estos virajes en la educación formal ponen en evidencia un tema harto conocido en el ámbito de las ciencias de la educación: la educación no es equiparable ni reducible

---

4 Para más información, ver [http://ec.europa.eu/dgs/education\\_culture/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/education_culture/index_en.htm).

5 Fundamentalmente, el paradigma constructivista se nutre de los aportes de los estudios cognitivos de Piaget, la relevancia de la interacción social señalada por Vigotsky y la necesidad de relacionar lo conocido con lo “por conocer” de Ausubel. El conocimiento es considerado una construcción del ser humano junto con otros, que se realiza a partir de esquemas previos que ya se tienen. Los sujetos involucrados adquieren un papel reflexivo, crítico y creativo de su propia acción y creación, y se establecen procesos de diálogo e intercambio. En tanto, el profesor actúa como mediador, guía y facilitador de instrumentos para que sea el estudiante quien construya su propio aprendizaje (Carretero, 2002).

a los efectos que obra el sistema educativo formal en cualquiera de sus niveles (Coombs y Ahmed, 1975; Trilla Bernet, 1992; Burbules y Callister, 2008; Dussel y Quevedo, 2010). Comienzan así a emerger nociones como “educación permanente” (también llamada “educación para toda la vida”, Delors, 1996). También desde la economía se han difundido conceptos útiles para dar cuenta de los aprendizajes extraacadémicos (*know-how*, conocimiento tácito, *learning by doing*, *learning by interacting*, etcétera, ver Foray, 2004). En fin, todos estos aportes nos obligan a precisar las diferentes fuentes de aprendizaje que consideraremos aquí.

Para referir a las habilidades, *skills* o competencias individuales de los trabajadores informáticos, utilizaremos el término *técnicas* (otros autores hablan de competencias, habilidades, etcétera), definidas como conocimientos subjetivos procedimentales ejercidos de manera implícita (para una discusión de esta definición, ver Zukerfeld 2007: 36; 2010a: vol. I: 100). La noción de técnica que utilizamos aquí refiere, entonces, no solo a las habilidades relativas a la utilización de tecnologías, sino a toda forma de saber individual internalizada. Consecuentemente, y siguiendo la literatura específica, podemos definir tres tipos de vehículos para la adquisición de técnicas por parte de los trabajadores informáticos: la *educación formal*, la *educación no formal* y la *educación informal*.

En primer lugar se encuentra, naturalmente, la *educación formal*. Aquí usaremos este término para referir a las habilidades adquiridas mediante el tránsito por el “‘sistema educativo’ altamente institucionalizado, cronológicamente graduado y jerárquicamente estructurado que se extiende desde los primeros años de la escuela primaria hasta los últimos años de la Universidad” (Coombs y Ahmed, 1975: 27) y, agreguemos, también las instancias de posgrado. Específicamente, para los saberes coronados por un diploma reservamos el adjetivo de *titulados*, que ya hemos empleado.

En tanto, por *educación no formal* entendemos “toda actividad organizada, sistemática, educativa, realizada fuera del marco del sistema oficial, para facilitar determinadas clases de aprendizaje a subgrupos particulares de la población, tanto adultos como niños” (Coombs y Ahmed, 1975: 27). En este sentido, los objetivos suelen ser más específicos, sectoriales y delimitados que los de la educación formal (Trilla Bernet, 1992). En el caso específico de los productores de software, nos interesan tres formas específicas de educación no formal: los *cursos*, las *capacitaciones* y las *certificaciones*. Todas refieren a seminarios específicos organizados institucionalmente y, usualmente, de índole estrictamente privada. La diferencia es que aquí usamos el término *curso* (a secas) para aludir a aquellas formas de instrucción que no ofrecen una credencial habilitante especialmente

valiosa. Los cursos solo reportan al trabajador los saberes que adquiere en ellos. Las *certificaciones*,<sup>6</sup> en cambio, proveen un aval requerido por el mercado de trabajo. Por supuesto, la mayoría de las certificaciones incluye cursos previos, pero la clave es que aquí, una parte importante de la erogación que suponen estos seminarios ocurre en pos de la garantía que surge de la credencial obtenida. Finalmente, llamamos *capacitaciones* a un tipo particular de cursos: aquellos que son organizados por la unidad productiva en la que el trabajador se desempeña.

La distinción planteada entre educación formal y no formal atañe a criterios de duración, institucionalidad y estructuración. Sin embargo, creemos necesario incorporar un cuarto criterio, administrativo-legal, que es la provisión de títulos académicos y el reconocimiento de estos por parte del Estado (Vázquez, 1998). A su vez, la educación no formal tiene el rasgo no menor de ser casi exclusivamente privada. Si el sistema formal propende, por su misma naturaleza, a la estandarización y uniformización, el no formal tiende a tomar en consideración las necesidades inmediatas para seleccionar los contenidos más idóneos. Tiene, frente al primero, una capacidad de adaptación mucho mayor a los constantes cambios en los lenguajes y las tecnologías utilizadas. Consecuentemente, parecería resultar altamente funcional para solventar demandas del mercado.

En tercer lugar, tenemos la heterogénea categoría de la *educación informal*. Se define como "...un proceso que dura toda la vida y en el que las personas adquieren y acumulan conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento mediante las experiencias diarias y su relación con el medio ambiente" (Coombs y Ahmed, 1975: 27). El término designa todas las formas de incorporación de técnicas que no dependen de una contraparte institucional. La diferencia más importante respecto de la educación formal y de la no formal radica, consecuentemente, en la ausencia de organización y sistematización (Touriñán, 1983). Incluye tanto los mecanismos estrictamente autodidactas como la búsqueda de información en foros de Internet, la enseñanza que surge de la experiencia laboral –a veces llamada *learning by doing*–, los saberes que circulan entre grupos de pares, etcétera.

Naturalmente, los tres conceptos presentados serán los ejes alrededor de los que articularemos el análisis del origen de las técnicas de los trabajadores informáticos. Así, los rasgos de estos tres tipos de educación y

---

6 En el presente trabajo, nos referimos específicamente a las certificaciones asociadas a los trabajadores individualmente. Existen otras certificaciones de los procesos productivos del software, como las CMMI o las normas IRAM/ISO de las que no nos ocuparemos.

las diferencias entre ellos nos serán de utilidad para delimitar y enmarcar los saberes relevantes así como los espacios significativos de enseñanza-aprendizaje para el mundo de la producción de software.

### **Distintas clases de educación en los procesos productivos de software: algunos antecedentes**

En esta sección reseñaremos algunos antecedentes en torno a la educación formal, no formal e informal de los productores de software en América Latina y la Argentina. Los datos de los que se dispone son, ciertamente, fragmentarios y distan de ser estrictamente comparables. No obstante, los repasamos brevemente.

De manera general, los estudios más recientes y con mayor sustento empírico en el ámbito latinoamericano tienen un enfoque predominantemente económico y cuantitativo. En parte por la necesidad de incluir solo aquello que se puede mensurar, estos valiosos aportes suelen focalizarse excesivamente en la educación formal. Así, la “calidad de la oferta de recursos humanos” (Tigre y Silveira, 2009: 8) o el “nivel de formación” (López y Ramos, 2007: 37) son mensurados exclusivamente en términos de educación formal tomando la asistencia (a escuelas técnicas, carreras de grado y posgrado) y el logro de la titulación o la deserción antes de ella como indicadores del nivel formativo.

En la Argentina ocurre algo similar, al menos en los estudios pioneros. En la línea planteada, se observa la “oferta académica” y la “oferta de graduados” como indicadores de la calidad de los recursos humanos del sector, siempre dentro de los límites de lo que aquí llamamos educación formal. Si bien se hace mención a la falta de “práctica” o a la “orientación demasiado académica” de los graduados (Chudnovsky *et al.*, 2001: 80), esta se explica fundamentalmente por falencias en el sistema educativo sin referencia a los saberes adquiridos en otras instancias.

Con todo, más recientemente han aparecido otros estudios que toman en cuenta de manera explícita factores que exceden la educación formal. Un trabajo de investigadores de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), basado en una encuesta realizada conjuntamente con la Sociedad Argentina de Informática (SADIO),<sup>7</sup> propone cuatro perfiles en función de las técnicas (denominadas “competencias”) de los trabajadores informáticos (Borello *et al.*, 2005). Esos perfiles se confeccionan en base

---

7 La encuesta se realizó a 169 trabajadores informáticos. Desafortunadamente, no contamos con datos relativos a la técnica de muestreo utilizada u otras precisiones metodológicas.

a cinco variables: a) las herramientas que dominan; b) las actividades que realizan; c) la complejidad de los proyectos de desarrollo de los que forman parte; d) el grado de utilización de redes en las que participan; y e) el nivel de educación formal en informática. Así, no podemos traducir linealmente esta investigación en términos de educación formal, no formal e informal. Sin embargo, podemos ofrecer una aproximación, dado que los investigadores de la UNGS consideran, en mayor o menor medida, estas vías de adquisición de saberes.

Entre los cuatro perfiles identificados, el caso más usual, por mucho, es el de los trabajadores que los autores caracterizan como poseedores de “reducidas competencias” técnicas y que desempeñan tareas de “baja complejidad” (41% de los casos). En este estrato, es remarcable la presencia de trabajadores con estudios universitarios completos e incompletos, cercana a la de la media del panel. Complementariamente, en este estrato “sobresalen los cursos de capacitación y es muy reducida la formación autodidacta”. Le sigue el perfil de “elevadas competencias” y “tareas simples” (23% del panel relevado). Aquí se trata de trabajadores sobrecalificados: en esta categoría se destaca la educación universitaria, pero también es importante la experiencia laboral previa y el aprendizaje autodidacta. En orden de relevancia, continúa el perfil de aquellos con elevadas competencias técnicas que desempeñan tareas de alta complejidad (20%), quienes adscriben mayores porcentajes de títulos universitarios y también de posgrado; aun así, una proporción equivalente al posgrado reconoce la importancia del aprendizaje autodidacta. El último perfil, de reducidas competencias y elevada complejidad de tareas (15%), se orienta especialmente a la gestión y organización de los proyectos. Se destacan allí extensas experiencias laborales y un alto nivel de educación formal (Borello *et al.*, 2005: 14-17). Al observar todos los grupos y focalizar en la educación formal, emerge un resultado claro: *no se verifica que la titulación esté relacionada con la posesión de altos niveles técnicos (o de competencias) que se expresen en la realización de actividades complejas*. La formación universitaria no constituye un factor determinante –aunque tampoco es irrelevante– en el desarrollo de las capacidades técnicas de los trabajadores. En los primeros dos grupos, muchos de los trabajadores que cuentan con altas calificaciones realizan tareas simples (teniendo o no técnicas avanzadas). En el cuarto grupo, complementariamente, aparece una importante cantidad de trabajadores que, sin tener niveles diferenciales de educación formal y aun con bajos niveles de competencias, realizan tareas complejas. Esta conclusión, que verifica una de las hipótesis planteadas por esa investigación, confirma los antecedentes de trabajos previos referidos

por los autores (Boscherini *et al.*, 2003; López-Bassols, 2002). Asimismo, esta constatación objetiva coincide con las representaciones de los propios trabajadores: "...el 72% de los entrevistados no considera haber obtenido la mayor parte de su capacitación en los estudios formales, destacándose la formación en el trabajo actual o anterior (44% de los casos) y, en menor medida, la formación autodidacta (25%)" (Borello *et al.*, 2005: 23).

Como parte de la misma investigación y, consecuentemente, con un marco teórico afín, Verónica Robert investiga la producción de software libre (SL). En un artículo específico, reflexiona sobre las técnicas de este particular grupo de informáticos (2006). Sin utilizar la expresión *educación informal*, la autora da cuenta de su importancia al referir que el software libre, como "comunidad epistémica", permite a sus colaboradores generar y ampliar procesos de creación y conocimiento. A su vez, los conocimientos que fluyen en las redes de programadores son percibidos como abiertos, pero no de acceso irrestricto: tienen barreras de entrada dadas por las *capacidades de absorción* de los sujetos y el nivel de conectividad o uso de redes. Allí se combinan el *learning by doing* ya que incluye la experiencia y trayectoria individual y el *learning by interacting*. Tanto este trabajo como el anterior están enmarcados en las corrientes de la economía evolucionista y neoschumpeteriana. El siguiente, en cambio, surge de la sociología laboral.

En efecto, en tercer lugar, cabe mencionar un reciente artículo de Montes Cató (2010) que se basa en aportes marxistas. La adquisición de técnicas es caracterizada allí en relación con un marco teórico que gira alrededor de los mecanismos de explotación de los trabajadores. Así, la necesidad de "formación permanente" (lo que nosotros entendemos por educación no formal e informal) es percibida como un campo de batalla y no como un elemento neutral. Además de las certificaciones y los aprendizajes en el puesto de trabajo, el acento está puesto en la exigencia de una "polivalencia multicalificante", que incluye también habilidades actitudinales (como la flexibilidad para los cambios permanentes). Este trabajo, sin embargo, no se detiene en el origen y la distinción de estas diversas calificaciones ni tiene un sustento empírico comparable al de los otros artículos.

En síntesis, podemos observar que, aun en la Argentina, la literatura ha identificado las diversas formas de educación formal, no formal e informal como problemas que deben ser discutidos. Con todo, podemos agregar ahora que una de las limitaciones de estos trabajos es que no distinguen las particularidades de los distintos procesos productivos de software. *Es de esperar que la relación de las técnicas con la educación formal, no formal*

*e informal varíe entre las grandes empresas y las micro; entre la producción estatal y la de software libre; entre la que surge de la investigación académica y la que es in house.* A continuación, entonces, exploramos nuestro material empírico teniendo en cuenta, cuando ello fuera posible, estas distinciones. Es importante, a su vez, agregar que nos moveremos en un doble registro. Por un lado, el de los datos más o menos objetivos, por ejemplo, qué estudios tiene un trabajador, qué lenguajes utiliza en sus tareas. Por otro, el de las representaciones subjetivas: qué tan importante le resulta lo que aprendió mediante un tipo de educación u otra.

### **Educación formal**

Nuestros entrevistados presentan situaciones heterogéneas respecto del mundo de la educación formal. Sin embargo, hay algunos rasgos comunes. Todos cuentan con título secundario y todos han comenzado algún tipo de educación terciaria o universitaria. En algunos casos, esa educación formal no tiene relación con la informática.<sup>8</sup> Naturalmente, para discutir la relevancia que le otorgan los informáticos a la educación formal en el rubro, debemos excluir a este grupo. Ahora, entre quienes sí iniciaron carreras vinculadas a la informática (que son diversas)<sup>9</sup> encontramos tres tipos de situaciones: los que las han finalizado (nueve entrevistados), los que están cursando activamente (dos) y los que han desertado o cursan a un ritmo moroso (siete). La pregunta más relevante, para discutir el peso otorgado a la educación formal, es la relativa a *dónde adquirieron nuestros entrevistados los saberes que les resultan más útiles para su desempeño profesional*. Aquí nos interesa solo distinguir dicotómicamente entre quienes mencionaron a la universidad y quienes nombraron otras fuentes (relegando la educación formal por completo o dándole un lugar marginal).

No es sorprendente encontrar que, dentro del grupo de quienes han abandonado una carrera o la cursan muy lentamente, todos los entrevi-

---

8 Mencionando solo a quienes no siguieron ninguna carrera relacionada con la informática, encontramos estudiantes y egresados de Psicología, Realización de Cine y Video, Música, Sociología, Ciencias de la Comunicación y Química. Previsiblemente, estos entrevistados tienen menos técnicas y realizan tareas más simples que los otros entrevistados. Se dedican a la administración de bases de datos, a la mediación entre los clientes y los programadores, a la programación sencilla (dos de los casos de este grupo trabajan en ONG).

9 Ingeniería Informática, Ingeniería en Sistemas, Licenciatura en Sistemas, Licenciatura en Ciencias de la Computación, Analista de Sistemas, Ingeniería en Telecomunicaciones.

tados coinciden en relegar la educación formal y priorizar otras fuentes de aprendizaje.

–Por mi cuenta, básicamente. Haciendo programitas y cosas para uno mismo, no de trabajo (BA, empleado en filial de multinacional).

–En la vida, ni en la facultad ni el trabajo. La proactividad y tener ganas de aprender no me lo enseñó nadie o me lo enseñó mi familia, o mi entorno. Saber trabajar es anecdótico (GCF, empleado en el Estado).

–Enfrente de la computadora y mis viejos que me dieron inglés de chiquito, porque eso es fundamental, casi más que el colegio. Me hicieron ir a inglés, fue formal. La parte de informática fue de prueba y error, así, enfrente de la computadora (GRT, socio en empresa pequeña).

–A mí hubo mucha gente que me tuvo mucha paciencia... Uno con sus conocimientos va haciendo aquello con lo que se siente más cómodo. Por ejemplo, yo no me voy a meter con el kernel... –¿Para laburar en el kernel, por ejemplo, hay que tener un título universitario? –No. Yo, por ejemplo, soy bastante antiacadémica. Hay un componente de uno, es la experiencia. Por ejemplo, para el kernel tienen que ser cuadraditos, filósofos. O para el instalador, que hay que probarlo cien veces. Para eso hace falta una personalidad muy particular (TM, *developer* de software libre).

En efecto, en este grupo, la situación misma de haber abandonado o cursar a un ritmo menor al estándar sugiere que la formación académica no es percibida como una prioridad. ¿Cuáles son las causas del abandono? Los entrevistados enumeran explícitamente algunas y sugieren otras.

–Me embolaba. Además, estaba en una situación de tener que trabajar muchas horas y las carreras de informática, sobre todo en los primeros años, tienen mucha matemática, mucha física, bah (TM, *developer* de software libre).

–Porque no me gustaba ninguna de las dos. En Sistemas me pareció complejo y no era lo que buscaba. No podía decidirme qué carrera seguir. Entonces, como me gustaba la computación y a los 15 ya instalaba Windows, pensé en Sistemas. Me metí, no vi nada de programación en un año, y yo no creía que era así. Me aburría, no me llamaba la atención. Nunca le puse demasiado esfuerzo, tampoco. Ahí empecé a trabajar, y dije: vamos a buscar otro lado. En

Administración me fue bien, empecé en España, cero esfuerzo, la fui pateando. Pero acá el viaje de una hora no me motivaba (GRT, socio en empresa pequeña).

–Me anoté, pero la UTN para Ingeniería en Sistemas es en Lugano, no tengo tiempo para hacerlo. El tiempo no me daba para un trabajo full time. Dije: no, esto no lo puedo hacer ni tres semanas, me muero en el camino. Dije: no, listo, no se puede. En esa facultad no se puede (MA, DBA en empresa de multinacional).

En este sentido, de las entrevistas (que exceden a las citas que anteceden) surgen al menos dos tipos de elementos:

1. Los saberes que se brindan en la universidad no son necesarios para insertarse en el mercado laboral en posiciones que los entrevistados entienden como satisfactorias. Esta es la causa más reiterada por los entrevistados de este y otros grupos y conduce a la discusión respecto de los motivos de ese desacople. No entraremos aquí en ese debate, pero podemos señalar dos puntos que circularon en las entrevistas. El primero es el relativo a la lentitud con la que se mueven los currículos de la educación formal frente a la vertiginosa renovación de programas, lenguajes y tecnologías, que los educandos perciben. El segundo es la existencia de una persistente demanda de trabajadores sin títulos universitarios. Esto es, aunque los saberes que fluyen en la universidad fueran percibidos como valiosos, los potenciales estudiantes no encuentran esquemas de incentivos para renunciar a ofertas laborales inmediatas.
2. Respecto de algunas asignaturas relacionadas con la matemática, el desinterés de los entrevistados –que se menciona en muchos casos– y las dificultades para aprobar –que son silenciadas o a las que se alude más elípticamente– son un componente decisivo de la deserción. Para muchos de quienes se encuentran programando profesionalmente, concentrarse en las abstracciones matemáticas y alejarse de la programación concreta implica una postergación displacentera. Esto debe interpretarse en el marco de una actividad productiva que, contrariamente a lo que ocurre en otros empleos, resulta sumamente gratificante (más allá de lo económico) para casi todos nuestros entrevistados. Por supuesto, la animosidad de muchos informáticos con algunas asignaturas de las carreras universitarias se debe al bajo nivel en matemática que acarrearán desde su formación secundaria. Pero también esto es relativo: encontramos algunos casos de estudiantes

crónicos o desertores entre quienes tuvieron excelentes formaciones en ese nivel.

En segundo lugar tenemos los otros dos grupos: el de los que están cursando activamente y el de los que han obtenido sus diplomas. Aquí cabría esperar, en contraste con el grupo anterior, una fuerte valorización de la educación formal. Se trata de quienes han invertido o están invirtiendo distintos recursos para conseguir los saberes académicos o el título que los corona. Sin embargo, las respuestas van en la dirección contraria. De los nueve entrevistados titulados en carreras del rubro, seis señalan ámbitos ajenos a la educación formal como aquellos más relevantes para la adquisición de sus técnicas.

–En informática hay mucha gente que capaz no estudió nada y se desenvuelve mejor que vos porque es más inteligente, llámalo –¿Vos acordás con eso? –Yo creo que es más importante en mi caso lo que arrastraba desde los ocho años que la carrera universitaria. Si no hubiera hecho la carrera, igual me podría dedicar a lo que hago ahora (DBJL, socio de empresa pequeña).

–La experiencia laboral, la intuición y la Web, Google (risas) (RA, socio gerente de empresa mediana).

–Frente a la máquina (SC, programador en microempresa).

–Programando (CA, investigador en empresa grande).

–En el trabajo, en la experiencia (GH, gerente de empresa multinacional).

–En el laburo (ZA, gerente de empresa grande, producción in house).

Resulta, a su vez, muy interesante que dos de los tres entrevistados que sí adjudican a la universidad un peso decisivo en su formación están ligados a la actividad académica: uno es becario doctoral (aunque pasó por el sector privado) y el otro está doctorado y es profesor en la UBA.

Más allá del aspecto relativo a las representaciones, que hemos analizado, la relevancia de la educación formal puede estudiarse a través de algunos parámetros objetivos, que no necesariamente coinciden con el primero. Uno de esos parámetros es el relativo al lugar que le otorgan a la educación formal quienes toman decisiones respecto de la contratación de trabajadores informáticos. La perspectiva de los demandantes y oferentes de trabajo parece coincidir, al menos entre nuestros entrevistados. Los gerentes valoran el potencial, la actitud, el compromiso con la empresa y otros aspectos antes que las credenciales académicas.

–Respecto de la gente que contratan, ¿se preocupan por las calificaciones o cómo llegan a la empresa? –No tanto las calificaciones, sí buscamos referencias. Al personal técnico fundamentalmente le hacemos algún tipo de examen para ver un poco las aptitudes. Pero fundamentalmente, lo que estamos buscando es más el potencial del individuo que el conocimiento específico que tenga en ese momento. Si él de repente no conoce un lenguaje, pero vemos que es un tipo que tiene capacidad o formación como para poder adquirirlo, ya va (PH, gerente de empresa grande).

–Para mí es más importante lo actitudinal que el saber teórico (ZA, gerente de empresa grande, producción in house).

–(Respecto de la posibilidad de que un empleado ascienda)...el tema académico no es restricción en ningún punto. Actitudes profesionales, actitudinales y antigüedad en el puesto (GH, gerente de empresa multinacional).

Por su parte, del otro lado del mostrador, cuando se les pregunta qué se les exigió a la hora de ingresar al proceso productivo, los trabajadores enfatizan distintos aspectos, pero la titulación solo ocupa un lugar marginal:

–Bueno, viste que te conté que trabajan con .net. En el trabajo anterior no vi nada de eso. Lo conocía de saberlo por mi cuenta. En la entrevista me preguntaron si sabía, me hicieron una evaluación técnica que la aprobé porque lo aprendí yo por mi cuenta, no por el trabajo. –¿Te preguntaban qué técnicas tenías y te pedían algún tipo de certificado o simplemente te evaluaban ahí? –No, no. Te hacen preguntas técnicas que si no estás familiarizado con la tecnología que fuera, no lo sabés (BA, programador en empresa multinacional).

–Saberes técnicos y de lenguaje. En una serie de entrevistas. Primero la de recursos humanos, después hay una suerte de entrevista técnica, después hay una entrevistas tipo recursos humanos en inglés, después tenés una entrevista técnica en inglés, cuatro entrevistas. Aunque fueron en dos días. Te tomaban dos en un día (ML, programador en empresa multinacional).

–Generalmente tenés una entrevista con alguien que no entiende nada. Después te entrevistás con otro que entiende un poco más. Lo que realmente sirve es saber resolver problemas (CA, investigador en empresa grande).

–Y cuando me contrataron para este trabajo, no pasé por un proceso... tenía una tarea que había que realizar y vieron que cuadraba con la tarea... pero no hubo preguntas o cuestionamientos si sabía o conocía cosas en particular (SF, programador en el Estado).

–En Debian es importante que hay que superar una vara de tiempo de aporte, de habilidad técnica, de ser conocido en la comunidad, de filosofía de Debian, todo eso reemplaza a la certificación formal. Pero hay una certificación de la comunidad, es un mecanismo particular (TM, *developer* de software libre).

Sin embargo, hay que introducir algunas consideraciones que matizan esta relativa desvalorización de la titulación que venimos trazando. Parten de tomar en cuenta los rasgos diferenciales de los procesos productivos a los que pertenecen los titulados y los no titulados. Aunque, por supuesto, hay que insistir en que no contamos con una muestra representativa, los patrones comunes de nuestro trabajo de campo nos invitan a avanzar en algunas hipótesis. En primer lugar, parecería que los titulados tienden a ganar más que los no titulados, aunque esto encubre una varianza sustancial en el último grupo. De hecho, el ingreso más alto de nuestros entrevistados proviene de una microempresa conducida por una emprendedora que carece de estudios universitarios. En otros términos, *parecería que los titulados tienen asegurado un piso de ingresos mayor que el de los no titulados, pero que algunos de estos tienen un techo más alto*. Esto, claro está, se corresponde con la imagen mítica de los fundadores de Google, Microsoft o Facebook, que dejaron la universidad para dedicar todo su tiempo a llevar innovaciones radicales al mercado. Indagaciones cuantitativas deberían testear esta hipótesis. En segundo lugar, *parecería que los no titulados dominan claramente el segmento de las micro y pequeñas empresas que producen software, mientras los titulados reinan en las tareas de diseño de alto nivel y, de manera más difusa, en los distintos roles que se distribuyen en unidades productivas medianas y grandes*.<sup>10</sup> En este sentido, podemos comparar las calificaciones que se piden para cada puesto en una empresa mediana que desarrolla sistemas y aplicaciones a medida y una gran empresa local que comercializa un producto empaquetado.

---

10 Lo que incluye empresas que producen software, pero también a las que producen otros bienes y servicios y al Estado.

Cuadro 1. Ejemplos de calificaciones requeridas según puesto para una empresa local mediana y una local grande

Rol	Calificación y técnicas requeridas	
	RA- Empresa mediana local	OJ- Empresa grande local
a) Análisis de requerimientos y diseños de alto nivel	“Me interesa que tenga capacidades sociales. Relacionamiento”.	“Se pide más experiencia en la empresa, o gente que entró que venía de otros trabajos con mucha responsabilidad”.
b) Diseño de bajo nivel	“Tiene que ser una persona más técnica; con conocimientos más técnicos”.	“Ingeniero informático, no era obligatorio. Estudiante o graduado”.
c) Codificación	“Me interesa que sea apasionado por la tecnología. Me interesa mucho el perfil humano, en relación al grupo de trabajo, que le guste trabajar en grupo.”	Ídem b)
d) Testeo	“Lo más importante es que sea una persona ordenada y meticulosa. Y responsable”.	Ídem b)
e) Soporte técnico	NS/NC	NS/NC
f) Otros (describir)	“Para preventa...vendedor y conocimientos de sistemas”.	Para investigación, “buscaban de ciencias de computación, matemáticos, de ciencias exactas. Todos graduados”.

En síntesis, a la hora de explicar el origen de las técnicas de los informáticos, la educación formal tiende a ser poco jerarquizada por quienes han desertado de ella, pero tampoco es altamente valorada por los titulados. Lo mismo ocurre cuando preguntamos respecto de qué tipo de saberes habían sido requeridos para ingresar en los procesos productivos en cuestión: tanto los oferentes como los demandantes coinciden en relegar la educación formal y, especialmente, la titulación. Sin embargo, esto puede variar según el tipo de proceso productivo. En algunos casos, las empresas de mayor tamaño exigen, sobre todo para determinados puestos, ciertas calificaciones formales. Por supuesto, se trata de los puestos más atractivos en términos jerárquicos y, consecuentemente, mejor remunerados. A su vez, y de manera más general, los titulados obtienen, en promedio, mejores niveles de ingreso que los no titulados. Este resumen aloja algunas contradicciones que deberán ser saldadas en estudios futuros. Ellas pueden resumirse así: *si los titulados no tienen técnicas más relevantes que los no*

*titulados, ¿cómo es posible que ganen más y ocupen roles más prominentes? En el mismo sentido, si los titulados ganan más, ¿cómo es posible que los entrevistados no valoren la titulación? Al menos dos hipótesis conjeturales pueden ser introducidas como coda de esta sección. La primera es relativa a la segunda pregunta. Una opinión insuficiente, a nuestro juicio, sería la de creer que hay un problema de falta de información: los informáticos no saben que ganarán más a futuro si siguen una carrera universitaria. Por el contrario, parecería que para muchos informáticos, que aman su trabajo, los incentivos económicos no son decisivos. El caso límite, el tipo ideal weberiano de esta noción, es el que se pone de manifiesto en los procesos productivos de software libre. Programadores que manejan altos niveles de complejidad desarrollan tareas sin recompensa monetaria –al menos en muchos casos–. Pero dejando esta situación extrema, algo de ese espíritu consumatorio de la actividad parece estar presente en casi todos los entrevistados que realizan tareas de desarrollo y programación, aunque mucho menos en quienes ocupan cargos gerenciales –que sí parecen más sensibles a los estímulos económicos.*

Pero volvamos a la primera pregunta. ¿Cómo explicar que la universidad no da técnicas imprescindibles, pero que quienes pasan más años por ella tienen más posibilidades de situarse en procesos productivos y roles más encumbrados? *Uno de los factores para tener en cuenta es el hecho de que el tránsito por la educación superior brinda otras formas de conocimientos que no son técnicas, pero que son sumamente relevantes para insertarse favorablemente en el mercado laboral.* Tal vez la principal de esas formas sea la inserción en una red de vínculos (el capital social de Bourdieu, el *know who* de Lundvall o lo que en otros trabajos hemos llamado CSI Reconocimiento, ver Zukerfeld 2010a: vol.1, cap. vi). La posibilidad de obtener contactos para futuras inserciones laborales, de conocer otros programadores que usualmente brindarán aprendizajes informales o que, eventualmente, serán socios en emprendimientos posteriores parecen elementos relevantes. Sería bueno que los recursos no técnicos que ofrece la educación formal en informática formaran parte de futuras agendas investigativas en estos temas.

## **Educación no formal: cursos, capacitaciones y certificaciones**

Como precisamos antes, nos concentraremos en algunos tipos específicos de educación no formal: la de los cursos, las capacitaciones y las certificaciones. Se trata, predominantemente, de ámbitos de educación mercantil, cuya principal característica es su orientación altamente par-

ticularizada en torno a softwares específicos, en detrimento de formaciones integrales y prolongadas. Los cursos, capacitaciones y certificaciones suelen estar acotados al aprendizaje y el dominio práctico de un lenguaje de programación en particular, el empleo de herramientas precisas o, incluso, habilidades de organización y gestión de procesos productivos. Cabe recordar que las certificaciones suelen ser un tipo particular de cursos que expiden una credencial legitimante que es valorada por actores relevantes del campo. Mientras tanto, las capacitaciones son otro tipo particular de cursos que se desarrollan dentro de la unidad productiva. La palabra cursos, a secas, designa en este trabajo el resto de ellos.

El punto de partida aquí viene dado por una observación general que atañe a los tres tipos de educación no formal y que radicaliza una sugerencia hecha respecto de la educación formal. Independientemente de cualquier otra variable (el tipo de educación no formal, el tipo de proceso productivo y el rol en él), cuando a nuestros entrevistados se les preguntó acerca del origen de los conocimientos que más útiles les son en su actividad laboral, *ninguno de ellos jerarquizó los cursos, certificaciones o capacitaciones*.<sup>11</sup> Solamente dos de los 24 entrevistados nombraron alguna de estas modalidades para contestar a esta pregunta. Ambos son gerentes, varias generaciones mayores que el grueso de los encuestados, y sus menciones distaron de valorar la educación no formal. Así lo señala uno de ellos:

–Hay pibes que hacen un curso y piden fortuna. Pero son programadores que no pueden hacer otra cosa, no pueden hacer un análisis de diseño. Para eso sí sirve la facultad, para una mirada global (ZA, gerente de empresa grande in house).

No obstante, de esta manifestación respecto de las *representaciones* de los entrevistados sería errado deducir que estos no han recibido educación no formal, que no la valoran en absoluto o que no resulta objetivamente relevante para el mercado laboral. Cada tipo de educación no formal (certificaciones, cursos, capacitaciones) tiene sus particularidades.

Respecto de las *certificaciones*, en el momento de realizar el cuestionario y en función de la bibliografía relevada, supusimos que serían especialmente relevantes a la hora de proveer *avales* que saldaran las brechas dejadas por la educación formal. Sin embargo, esto no se verificó para la generalidad de los procesos productivos. En primer lugar, de los 24 entrevistados, solo siete tienen algún tipo de certificación y ninguno tiene más

---

11 Varias respuestas ilustrativas a esta pregunta, que acentúan diversas formas de educación informal, pueden leerse en la sección anterior y no tiene sentido repetirlas aquí.

de dos. Esto contrasta con los cursos: algunos de nuestros entrevistados realizaron más de diez de ellos. Un elemento para considerar es que todos los entrevistados coinciden en que los precios de las certificaciones son elevados, cuando no prohibitivos.<sup>12</sup>

Hay, sin embargo, una subdivisión relevante entre quienes sí tienen algún tipo de certificación. Por un lado, aquellos que la obtuvieron en el marco de la unidad productiva en la que trabajan y pagada por ella; y aquellos que la consiguieron previamente (o de manera paralela) al ingreso al mundo laboral y costearon por sí mismos la certificación. *Mientras los primeros actúan en empresas grandes, los segundos se inscriben en procesos productivos pequeños o trabajaban principalmente en otra actividad en el momento de realizarla.* Los primeros tienen un fácil acceso a las certificaciones y pueden tomarlas, o bien porque evalúan positivamente la relación entre el tiempo que dedicarán y los resultados que obtendrán, o bien porque, al igual que con las capacitaciones, se ejerce sobre ellos una coerción difusa para que las aprovechen.

–Los costea la empresa. Son ofrecimientos de los *team leaders*. Se juntan, se fijan la lista y con los gerentes determinan quién va y quién no (ML, programador en empresa multinacional).

–Me lo daba la empresa. Eran cursos caros (RA, socio gerente de empresa mediana).

–La empresa. Cualquier capacitación que quieras hacer te la reintegran. La facultad también te la pagan (BA, programador en empresa multinacional).

–Te lo daban consultoras para capacitación para la empresa. No son abiertas al público (GCF, programador en el Estado).

–Son más o menos, te invitan y los podés rechazar por cuestiones de trabajo. Pero se supone que los tenés que ir tomando (MA, DBA en empresa de multinacional).

En cambio, parecería que aquellos que costearon estos onerosos avales los eligieron imaginándolos como pasaportes al mercado laboral, más allá de las técnicas que tenían expectativas de adquirir. Por ejemplo, MA decidió empezar un curso de administración de bases de datos:

---

12 Incluso entre aquellos que no costearon sus certificaciones por su cuenta, varios señalan que no las habrían tomado de haber tenido que pagarlas.

—Empezás a ver qué es lo que más se nombra. Y SAP y Oracle eran cosas que se nombran bastante. Y me tiré para eso (MA, DBA en empresa multinacional).

Luego, todavía sin haber terminado el curso, esta entrevistada ingresó a una multinacional y lo finalizó en ella. No obstante, habiendo obtenido su empleo, no consideró necesario rendir el examen certificadorio. En consecuencia, aquí la certificación parece haber terminado siendo, paradójicamente, sumamente relevante como curso y no como certificación. Es decir, más allá de las representaciones en sentido contrario de la entrevistada, parecería haber ocurrido una adquisición de técnicas suficientemente relevante como para franquear el paso hacia el mercado laboral.

Hay que precisar que cuando aquí apuntamos al tamaño del proceso productivo como una barrera divisoria respecto de las certificaciones, nos estamos refiriendo específicamente a los procesos productivos mercantiles. De nuestros entrevistados involucrados en procesos productivos estatales o en ONG, ninguno contaba con certificaciones. De hecho, las certificaciones están lógicamente asociadas al mundo empresarial: parecería que aquellos procesos productivos más grandes y, especialmente, los transnacionales, requieren avales que señalicen las habilidades de sus ejércitos de informáticos.

En síntesis, nuestras hipótesis sobre las certificaciones son las siguientes: a) Parecen ser objetos estrictamente vinculados a las empresas grandes o multinacionales. b) Pese a que los entrevistados que las tomaron estando fuera de los procesos productivos en los que se querían insertar y las concebían jerarquizando su aspecto avalatorio, no está claro que la credencial resulte particularmente relevante *para el ingreso a las firmas*. Por el contrario, en algunos casos, son las técnicas que proveen esos costosos cursos las que contribuyen a franquear la entrada a las empresas. c) Sin embargo, una vez dentro de tales empresas, las certificaciones parecen resultar útiles desde la perspectiva de las firmas no solo para transmitir saberes (esto es como capacitaciones o cursos), sino para el balizado de sus trabajadores.

El vínculo entre la educación no formal y los procesos productivos grandes se mantiene cuando nos desplazamos hacia las *capacitaciones y cursos* (aunque incluyendo ahora también los procesos productivos estatales). En la práctica, la mayoría de los entrevistados que hicieron mayor cantidad de cursos los han realizado como capacitación. Así, las unidades productivas grandes cuentan con capacitaciones variadas y relativamente constantes. Por el contrario, su existencia es nula en los procesos micro; en

los procesos medianos, en algunos casos existen y en otros no, pero cuando no existen, esto es visto como una falencia por parte de los entrevistados.

Por otro lado, observando el fenómeno desde los trabajadores, de manera general, nuestros entrevistados cuentan con una mayor cantidad de cursos y capacitaciones realizados que de certificaciones. De los 24 entrevistados, catorce han realizado algún curso (casi todos han realizado más de cuatro y algunos, como se dijo, más de diez).

Los entrevistados distinguen con claridad entre dos tipos de capacitaciones: de un lado, capacitaciones en torno a nuevas metodologías de trabajo, tecnologías o lenguajes particulares; de otro, capacitaciones referidas a técnicas actitudinales: manejo de personal, atención al cliente, negociación, trabajo en equipo, etcétera. Las siguientes citas dan cuenta de esta distinción y agregan algunos de los rasgos de esas capacitaciones.

–Son opcionales, hay cursos técnicos y cursos más como... de management o más social que sería negociación (OJ, programador en empresa grande local).

–Infinitos. Hay dos tipos de cursos: capacitación interna y externa. Interna la da alguien de AAA (*organismo estatal*) para la gente de la propia AAA, a todo aquel que entra. Es obligatoria. En general, te mandan a los cursos, por ejemplo, ahora estamos haciendo uno porque éramos todos de .net y nos querían mandar a Java. El que no quiere ir por lo que sea, no va, pero la gran mayoría va, sobre todo porque es un día entero, 8 horas que estás en un curso sin tu jefe adelante (GCF, programador en el Estado).

–Muy cada tanto. A veces tres juntos en un mes y después no te tocan en todo el año. –¿En qué consisten? –De lo técnico y lo no técnico. Hacen lo que se llama *workshop*, de comunicación, trabajo en equipo, negociación, atención al cliente (MA, DBA en empresa multinacional).

–Hay currículas en las que la gente se anota. No están orientados al software, sino son actitudinales y aptitudinales, de trabajo en equipo, redacción escrita. Están contemplados en el contrato. Es como un beneficio de la empresa (GH, gerente de empresa multinacional).

Un último dato respecto de la relación entre las distintas formas de educación no formal y los procesos productivos grandes es el relativo a la protección de la inversión en recursos humanos que realizan estos últimos. Reiteradamente en nuestras entrevistas apareció el problema de la apropiabilidad de la inversión realizada en educación no formal. Las firmas (y,

en algún caso, el Estado) temen ser utilizadas como fuente sufragante de los aprendizajes técnicos de trabajadores que luego son contratados por otras compañías.

–Las capacitaciones externas te las paga la AAA (organismo estatal nacional) pero te tenés que quedar dos años en la AAA, te hacen firmar un papel.

–Es muy común esto en las empresas de sistemas, obligarte a quedarte, porque mucha gente hacía la capacitación y se iba. Porque lo que pasaba es, por ejemplo, te pagaban una certificación de 10.000 dólares y el de al lado te ofrecía un sueldo más alto y perdías el “recurso”. La empresa BBB (empresa multinacional) tiene acuerdos con la empresa CCC (empresa multinacional), extraoficiales, por seis meses no te contratan desde CCC si vos trabajás en X. Por seis meses no te contratan. Es para no competir por los recursos.

–¿Están contemplados dentro del contrato de trabajo?

–Existen contratos infinitos, pero no. De ningún modo se van a comprometer a pagarte un curso, lo hacen de onda, si lo necesitás (GCF, programador en el Estado).

Evidentemente, esta circunstancia pone de manifiesto un problema relativo a los mecanismos de *apropiabilidad* del conocimiento, que suele asociarse a temas de propiedad intelectual. Ligar la apropiabilidad de la inversión en cursos y, por caso, la de la realizada en un software no es azaroso: se trata de la misma dificultad relativa a las dificultades de lidiar con el conocimiento como bien económico, solo que en un caso el soporte es una subjetividad individual y en otro un bien informacional. Las regulaciones vigentes y las dificultades económicas difieren en un caso y otro, justamente por la diferencia del soporte.<sup>13</sup>

### **Educación informal: modalidades, tiempos y actitudes**

Sin dudas, la educación informal es considerada por los trabajadores informáticos como el medio de aprendizaje más importante para la adquisición de técnicas. Cuando consultamos dónde habían obtenido los saberes más relevantes, solo tres de los 24 entrevistados no mencionaron la educación informal. A su vez, en preguntas complementarias, *todos*

---

13 Sobre la relación entre los distintos tipos de soporte del conocimiento y las regulaciones capitalistas, ver Zukerfeld, 2010a.

los entrevistados destacaron la relevancia del aprendizaje en el puesto de trabajo. Algo de esto se percibía en las citas situadas al comienzo de la sección sobre educación formal. Ahora pasamos a distinguir cuáles son los distintos tipos de educación informal a los que se alude. Aunque en los casos concretos las distintas modalidades se hallan sumamente imbricadas, parecería haber dos variables distinguibles alrededor de las cuales organizarlas. Una es respecto de si el aprendizaje ocurre en tiempo de ocio o de trabajo. La otra es la relativa a la fuente del aprendizaje. En el cuadro siguiente se presentan ejemplos de cada combinación.

**Cuadro 2. Ejemplos de tipos de educación informal según fuente de aprendizaje y tiempo en el que ocurre**

Modalidades	Tiempo de ocio	Tiempo de trabajo
Aprender haciendo	<p><b>a.</b></p> <p>–Yo creo que es más importante en mi caso lo que arrastraba desde los ocho años que la carrera universitaria (DBJL, socio de empresa pequeña).</p> <p>–Por mi cuenta, básicamente. Haciendo programitas y cosas para uno mismo, no de trabajo (BA, programador en empresa multinacional).</p>	<p><b>b.</b></p> <p>–En el trabajo, con prueba y error. Todo el tiempo vas probando cosas nuevas, formas de resolver algo. Mirás para atrás un laburo que hiciste y decís: hice cualquier cosa. Eso me pasa siempre. Es la mejor forma de que funcione. En un principio hacés un laburo que te lleva mucho tiempo. Y después hacés algo parecido y ves que lo podés hacer en menos tiempo (RM, programador en empresa micro).</p> <p>–...el trabajo es el aprendizaje informal. Cuando te piden que hagas cosas que uno no imagina que tiene que hacer es cuando uno aprende (GCF, programador en el Estado).</p>
Transmisión entre pares	<p><b>c.</b></p> <p>–A mí hubo mucha gente que me tuvo mucha paciencia... (TM, <i>developer</i> de software libre).</p> <p>–Y de gente conocida que también me explica. De hecho, las cosas más importantes las aprendí de otra persona (NE, programador en microempresa).</p>	<p><b>d.</b></p> <p>–El html lo aprendimos entre nosotras... (MA, gestora, producción académica).</p> <p>–...es el aprendizaje principal, mirar, sentarse al lado del que sabe y preguntar, es el aprendizaje <i>in the job</i>. Yo aprendí así, me gusta aprender con ejemplos... preguntar a compañeros (GH, gerente de empresa multinacional).</p>

Aprendizaje basado en la Web	<p><b>e.</b></p> <p>–Fuera de la jornada... Android, pero no me sirve para el laburo. Es para celulares. Me sirve para mi laburo independiente, eso lo estoy aprendiendo en foros, tutoriales, Internet en general (GCF, programador en el Estado).</p>	<p><b>f.</b></p> <p>–¿Usás la Web? –Todo el tiempo. Foros de programadores o blogs que sé que van por una línea, siempre código abierto (RM, programador en empresa micro).</p> <p>–En general trato de estar informado sobre nuevas tecnologías y si hay algo nuevo, me meto. Estoy suscripto a foros y read, concentradores donde me llegan avisos (GD, programador en empresa multinacional in house).</p>
Consulta de bibliografía	<p><b>g.</b></p> <p>–De más joven había temas que me topaba en el trabajo que me resultaban interesantes y me los llevaba para leer. Por ejemplo, en algún momento, de esa manera aprendí todo lo relacionado al funcionamiento de Internet. Mi lectura de verano (SF, investigador en producción académica).</p>	<p><b>h.</b></p> <p>–El aprendizaje informal lo realizamos por lectura de material afín que puede ser tanto de libros como de artículos en revistas especializadas de negocios y/o tecnología que normalmente tienen información relativa a nuevas prácticas profesionales (PH, gerente de empresa grande).</p> <p>–Tengo algunos libros de consulta permanente y a veces quiero leer un libro y lo leo. Por ejemplo, hay un libro de informática muy famoso de Eric Gama que es muy útil de lectura completa como también de consulta (VR, programador en empresa mediana).</p>

Los cuatro tipos de aprendizaje señalados en la primera columna han sido estudiados reiteradamente en distintos sectores económicos. Por el contrario, un aspecto relativamente particular de la producción de software (y, en cierta medida, del trabajo informacional en general) es el enorme peso que tienen los aprendizajes en el tiempo de ocio. Naturalmente, la difuminación de la división entre el tiempo de trabajo y el de ocio señalada, entre otros, por los autores autonomistas (por ejemplo, Lazzarato y Negri, 2001; Virno, 2003a), describe adecuadamente lo que ocurre con la mayor parte de nuestros entrevistados. Analicemos ahora cada una de las categorías. Por supuesto, las respuestas completas de los entrevistados por lo general no apuntaban a un casillero específico, sino

a racimos de ellos.<sup>14</sup> Así, en nuestro cuadro hemos mutilado respuestas para presentar los ejemplos de manera ordenada. En efecto, creemos que la distinción nos permite hacer algunas consideraciones útiles, que siguen a continuación.

En primer lugar, hay que decir que el sector **a.** es el más interesante del cuadro. Por un lado, porque, previsiblemente, los entrevistados acentúan la importancia de sus aprendizajes extralaborales *actuales*. Pero, sobre todo, porque para los entrevistados menores de 45 años (21 de los 24) se observa una regularidad decisiva: quienes acaban siendo programadores usualmente han tenido contactos con las computadoras más tempranos y más intensos que el resto de sus coetáneos.<sup>15</sup> Estas experiencias varían en su forma: desde jugar con videojuegos, pasando por su uso para la escuela, el estímulo parental, ciertas formas de programación elemental, etcétera. El uso diferencial parece vincularse con cierta separación generacional (siempre entre menores de 45 años). De un lado, los de más edad fueron los primeros usuarios de computadoras en sus respectivos hogares, adquiridas como un bien específicamente dirigido para los niños o el entretenimiento. De otro, los más jóvenes habitualmente se beneficiaron de los saberes de madres y padres que ya las utilizaban por trabajo. En todos los casos, los usos lúdicos de la computadora fueron hegemónicos, aunque en muchos casos ciertas formas de programación estuvieron presentes precozmente.<sup>16</sup> A su vez, los usos exploratorios —el intento de reparar algún programa, la indagación en las primeras redes de computadoras— parecen haber sido

---

14 El ejemplo típico de respuesta a la consulta por las formas de aprendizaje informal es el siguiente:

—Preguntando a compañeros, sentarte a probar cómo anda, buscando soluciones en la Web. También hay aprendizajes de leer un *paper* (CA, investigador en empresa grande).

15 Hay solo dos excepciones parciales de quienes no tenían computadora en su hogar: uno contaba con ella en el negocio de su padre y el otro las utilizaba en los “cibercafés”.

16 La combinación de juegos y programación puede apreciarse aquí:

—Empecé con juegos en la Commodore. Después, póneme, 14 años, empecé a hacer programas en Qbasic. En base a revistas que había en mi casa. Y libros. Me interesaba la seguridad informática, los hackers, todo eso, criptografía; los virus (OJ, 28 años).

—Y por videojuegos. Por videojuegos y bueno, después ahí me metí a tratar de hacer boludeces con los videojuegos, modificarlos... A los 14, 15 años (ML, 27 años).

—Yo la usaba para jugar y aprender a programar, mi viejo escribía. Mis hermanos la usaban para jugar. Mi vieja no la usaba. Nunca le llamó la atención (CA, 34 años).

recurrentes.<sup>17</sup> En todos los casos, se observa que las vinculaciones infantiles con la computadora no fueron, en términos sociológicos, instrumentales, sino consumatorias. No se trató de aprendizajes planificados y orientados a un fin racional; tales vinculaciones no se dieron en el ámbito de cursos o de alguna otra modalidad orientada a desarrollar determinadas destrezas –como ocurrió para esas mismas generaciones con el aprendizaje de algún idioma extranjero o de un instrumento musical–, sino de experimentaciones fragmentarias y sin un rumbo prefijado. Llamativamente, o no, esos vínculos consumatorios con las tecnologías digitales han germinado en los frutos más valiosos en términos de la preparación de trabajadores informáticos. Ahora bien, ninguno de los entrevistados aprendió en su infancia lenguajes de computadoras o aplicaciones específicas que les resulten útiles hoy en día. Más bien, adquirieron un hábito exploratorio, un conjunto de metahabilidades para la resolución de problemas que les permiten adaptarse en contextos dinámicos e inestables. *En este sentido, parece viable la hipótesis de que la socialización temprana con bienes informacionales permite configurar ciertas capacidades genéricas que luego suelen resolverse en técnicas específicas.* Por supuesto, esta idea no es novedosa ni se restringe a la socialización de los programadores. Tiene consecuencias sobre toda forma de trabajo informacional y, en buena medida, inspira los programas masivos de distribución de netbooks que se están desarrollando en numerosos países del mundo. Quedan para elaboraciones posteriores al menos dos cuestiones: a) el análisis de la relación entre la socialización temprana con tecnologías digitales y el nivel técnico que se

---

17 En este sentido:

–...de tocar y tocar, por ahí vas rompiendo cosas y después no andaba nada. Por ahí venía mi viejo: “No anda nada. ¿Qué hiciste?”, y de alguna manera te ponés a ver cómo arreglarlo, así vas aprendiendo. O sea, la parte de cómo arreglar por decirlo de alguna manera. Y después por ahí te vas interesando en la parte de programación. En la secundaria recién empecé a meterme en programación (BA, 27 años).

–Y después yo tocando, paveando con la computadora, Internet y cosas. Tenía más afinidad con la computadora que... sí, juegos, o Internet, para investigar. Leer cosas, no sé (MA, 26 años).

–A los 15 años me regalaron una IBM Aptiva. Empecé a usarla... jueguitos nunca jugué, me aburro. Hacía, primero, las cosas del colegio. Era la única que entregaba en computadora. Al poco tiempo salió en la revista *Viva* sobre los BBS... Mientras mis viejos dormían me conecté. Y decía el nombre de un boliche... Dr. Jekyll, será este boliche. Y estaba un pibe, cuando yo puse que era mujer, se murió de amor y me llamó por teléfono. ¿Sos una mujer? Volví a conectarte. Y ese pibe estaba bastante metido. Y me dice: vos tenés que entrar a Internet. Y me dio una clave de no sé dónde y me conectaba media hora por día (TM, 29 años).

adquiere posteriormente, y b) los rasgos sociológicos diferenciales, si es que los hay, de los hogares que prohicieron el vínculo entre los infantes y los bienes informacionales.

En segundo lugar se debe mencionar la región del aprendizaje informal *laboral* dada por la conjunción de las casillas **b.**, **d.**, **f.** y **h.** Como señalamos antes, todos los entrevistados jerarquizan el aprendizaje que ocurre informalmente en el puesto de trabajo. Por lo general, esto refiere a combinaciones de la consulta entre pares, la navegación en la Web y la experimentación. Sin embargo, a la hora de destacar una circunstancia prototípica que desemboca en el aprendizaje laboral, esta parece ser la necesidad de *enfrentar nuevos problemas*. Por ejemplo:

–Las guardias son un aprendizaje muy forzoso. Te llaman a las 4 a.m., flaco, arreglalo, tenés 4 horas y te ponés loco. Te sale bien y no te lo olvidás más (ML, programador en empresa multinacional in house).

–Y por enfrentarse a los problemas y tener que resolverlos (RA, gerente de empresa mediana).

–Todo el tiempo estás aprendiendo. Muchas cosas no las puedo resolver con esto y buscás. Todo el tiempo tenés que aprender para ofrecer las mejores soluciones (SC, programadora en microempresa).

En tercer lugar, tenemos la fila que abarca las casillas **c.** y **d.**, esto es, el aprendizaje a través de pares conocidos (por oposición a los miembros anónimos de foros e instancias similares). Esta modalidad es sumamente valorizada dentro y fuera de la jornada de trabajo. Contrariamente a la representación usual de los informáticos como seres asociales y solitarios, en nuestras entrevistas, el intercambio con pares e, incluso, la integración de comunidades o redes emergió con claridad. Naturalmente, la forma concreta que adopta el aprendizaje de pares varía según el tipo de proceso productivo: no es la misma entre los programadores de software libre que entre los miembros de un equipo de una multinacional o entre socios de una microempresa. Sin embargo, en todos esos procesos (y en otros) hemos encontrado testimonios que resaltan el intercambio entre pares e, incluso, cara a cara.

En cuarto lugar, tenemos al aprendizaje a través de Internet. En realidad, esta modalidad implica a su vez una variedad de medios heterogéneos. Nuestros entrevistados trajinan buscadores, foros, blogs de programadores, consultas por email, listas de distribución y otros. La valoración de esas distintas fuentes no es en modo alguno coincidente. Por ejemplo, mientras en el cuadro los foros aparecían jerarquizados, NE los critica:

—Generalmente no son foros, no me gustan muchos los foros, ni los tutoriales. No soy de mirar mucho los tutoriales. Más bien, páginas informativas, páginas de la gente que desarrolla estas aplicaciones, que te explican cómo usarlas. —¿Y por qué no te gustan los foros? —No sé, no acostumbro consultarlos. Supongo que porque opina cualquiera, cualquier cosa, hay que buscar mucho, filtrar mucho. Siempre caés en algún foro y algo te sirve, no es que no me sirve, pero no es una cosa que me entusiasme (NE, programador en microempresa).

En cualquier caso, el aprovechamiento de los flujos de información digital que circulan en Internet es una constante para todos estos trabajadores. Dado que en casi todos los casos los informáticos que entrevistamos se benefician grandemente de los flujos de información digital libre, sería interesante indagar, recíprocamente, respecto de la medida en que ellos contribuyen con esos espacios: postean en blogs, foros, etcétera, tema que no ha sido abordado en esta investigación.

En quinto lugar, y aunque se trata de una modalidad que solo es mencionada por unos pocos entrevistados, hay que hacer una mención al rol de la bibliografía tradicional (libros, revistas, *papers* académicos). Es, sin dudas, el medio menos importante de los mencionados. Así como algunos entrevistados la mencionan como una fuente relevante, hay que decir que otros tantos optan por desvalorizarla explícitamente. No es sorprendente que entre los primeros encontremos a quienes tienen títulos universitarios y entre los segundos, a quienes no los tienen, aunque tampoco pueden sacarse conclusiones lineales.

Finalmente, es necesario detenernos en un conjunto de técnicas informales que no hemos abordado pero que tienen una gran relevancia en los procesos productivos de software (y en las empresas del capitalismo informacional, en general). Se trata de las *habilidades actitudinales*: aquellas relativas al carácter, el estilo, el trato interpersonal, las facultades comunicativas, etcétera. Nótese que hemos hablado de ellas al tratar la educación no formal. Efectivamente, las firmas ofrecen toda clase de capacitaciones para desarrollar esas técnicas. A su vez, es evidente que muchas de esas técnicas referidas al carácter se adquieren de manera informal, tácita e inconsciente. Pero por su misma naturaleza inasible, resultan difíciles de situar en algún cuadrante dado. Sin dudas, se producen en la relación entre pares dentro y fuera del trabajo (c. y d.), pero también se “aprenden haciendo” (a. y c.). En menor medida, algunas de ellas pueden cultivarse recurriendo a distintos tipos de información (e., f., g. y h.). En cualquier caso, el punto clave es que, si bien no podemos precisar cómo esas técnicas actitudinales se incorporan de manera informal, sí podemos remarcar la

enorme importancia que a ellas les dan los entrevistados. Resumidamente, encontramos tres ejes alrededor de los cuales agrupar las técnicas actitudinales más mencionadas.

Un eje es el relativo a la *sociabilidad* con los pares, superiores y clientes; esto involucra las habilidades comunicativas, la capacidad de trabajar en equipo, de ejercer poder suave sobre otros eslabones del proceso productivo, etcétera. Estas habilidades son, por mucho, las mejor rankeadas entre nuestros entrevistados. Más específicamente, los trabajadores informáticos son conscientes (compartiéndolos o no) de los prejuicios respecto de su sociabilidad y por eso consideran la capacidad de vincularse como altamente valiosa.<sup>18</sup> A veces, la actitud sociable refiere al vínculo con los clientes, en distintos sentidos.<sup>19</sup> En los casos de quienes asumen roles jerárquicos (en distintas clases de empresas), el significado de estas habilidades sufre un deslizamiento hacia el ejercicio de la coordinación y el poder.

Si bien este primer eje es común con muchas otras actividades económicas, los otros dos son más específicos del trabajo informático. Así, el segundo eje de técnicas actitudinales destacado es el relativo a la creatividad y la iniciativa. Nuestros entrevistados coinciden en que se requiere una vocación curiosa, una actitud inquieta respecto del proceso productivo.<sup>20</sup> El tercer eje, por fin, atañe a la capacidad de perseverar en

---

18 En este sentido:

–Poder relacionarse con un montón de gente con incapacidad social, que no saben comportarse, que no cumplen con las convenciones sociales y son difíciles de tratar (CA, investigador en empresa grande).

–La habilidad de comunicación, de características de relaciones, el trato con las personas. En este rubro hay como un estigma, en general se nos ve como bichos. En mi caso, trato de prestar atención a las necesidades de los compañeros con los que estoy interactuando (GD, programador en empresa multinacional in house).

19 Así,

–Habilidades interpersonales son fundamentales. Hay que saber comunicar, saber hablar con la gente. Siempre muy respetuoso y honesto. Eso es fundamental. Aun si tenés que dar la peor noticia, siempre de buena manera, y sí, con buen humor, con buena cara (VR, programador en empresa mediana).

–Vender humo sin dudas es una habilidad importante, es la base de sistemas, prometer que vamos a hacer y después vamos viendo (GCF, programador en el Estado).

20 Por ejemplo:

–Apertura de ideas, la más importante. Una persona abierta a pensar las cosas de otra manera. Una mezcla de abierto y creativo, están muy cerca (CA, investigador en empresa grande).

–Tenés que tener esa dinámica de cuando llega un problema, poder ser creativo para resolverlo con lo que tengas. No quedar varado en “falta esto,

una tarea, a la disciplina y organización del trabajo y a la capacidad de sobreponerse a situaciones frustrantes, que suelen ser frecuentes en la actividad informática.

## Conclusiones

Los procesos productivos de software constituyen un objeto heterogéneo y dinámico cuya aprehensión resulta compleja. Esto se verifica, específicamente, respecto de las modalidades por las que los informáticos adquieren sus técnicas. Consecuentemente, los datos e hipótesis que hemos presentado aquí tienen una fecha de vencimiento no muy distante de la hora en que se escriben. Con todo, podemos resumir el recorrido emprendido. Los procesos productivos de software se enmarcan en el sector información, que los excede con mucho, para abarcar todas las actividades que obtienen como resultado principal bienes informacionales primarios. La actividad de quienes producen esos bienes informacionales (en el sector información, pero también en otros sectores) es el trabajo informacional y presenta particularidades que la distinguen del trabajo agrícola, industrial o en el sector servicios. Una de esas particularidades, en la que enfocamos este trabajo, es la que atañe al peso relativo de los distintos tipos de educación. Definimos, siguiendo la literatura de las ciencias de la educación, tres tipos de educación: formal, no formal e informal. En función de estas tres categorías, interrogamos a nuestros entrevistados, informáticos de la ciudad de Buenos Aires. Más allá de lo dicho en las secciones respectivas, conviene aquí presentar algunas conclusiones provisorias.

La educación informal es, a todas luces, la más valorada en términos de las representaciones de nuestros entrevistados. Este hecho subjetivo no debe opacar, sin embargo, algunas consideraciones objetivas que han quedado relegadas en nuestro análisis previo. La principal de ellas es que las posibilidades de internalizar técnicas mediante este mecanismo no están distribuidas de manera homogénea ni se derivan linealmente del acceso a tecnologías digitales. Los rasgos del hogar de origen, la educación formal inicial y la historia laboral, entre otros, parecen ser factores

---

falta esto, falta esto” y moverse para ver cómo conseguirlo. La proactividad que ponen siempre. Y yo creo que con un toque de creatividad resolvés un montón de las cosas. Y las ganas (MA, DBA en empresa multinacional).

–Y después la curiosidad extrema. Nosotros leemos una cantidad de información por día que la gente de otros trabajos no (TM, *developer* de software libre).

de peso a la hora de configurar el potencial para la adquisición de técnicas de manera informal.

Sobre la educación no formal hay dos conclusiones simples para mencionar aquí. La primera es que se trata de una modalidad que carece de toda mirada estratégica: la oferta y la demanda miran las necesidades inmediatas del mercado. Esto no quiere decir que sea necesariamente enemiga del largo plazo, sino que le es indiferente. Futuras investigaciones pueden ayudar a pensar qué ocurrirá en algunas décadas con los programadores cuyas técnicas estén ancladas en este tipo de educación. Más precisamente, ¿en qué medida estos productores de software cuentan con herramientas cognitivas para reconvertirse una y otra vez? Por otro lado, la educación no formal plantea, como se señaló, un problema respecto de la propiedad de los conocimientos, que no es exclusivo, naturalmente, del subsector del software. Parece conducente estudiar estos problemas relativos a los conocimientos portados por las subjetividades de los trabajadores junto con las dificultades relativas a la apropiabilidad de conocimientos en otros soportes (como información digital, tecnologías, etcétera) desde una perspectiva de propiedad intelectual.

Respecto de la relación entre la educación formal y la estructura productiva, los resultados discutidos pueden interpretarse al menos desde dos posiciones. Una primera opción es la que pulula en algunos ámbitos empresariales: la educación universitaria es muy lenta y muy independiente como para seguir el veloz ritmo del mercado informático. El grueso de los trabajadores que se necesitan puede formarse mediante educación no formal e informal en el trabajo y no requieren media década de preparación universitaria. El problema principal de esta visión es que mira a las sociedades desde la óptica de las empresas. No obstante, y en especial en países como la Argentina, donde el grueso de la educación formal es pública y gratuita, parece lógico que esta se rija por inquietudes que excedan, o incluso contraríen, los designios del mercado. Por el contrario, una segunda opción, cara a los actores del mundo académico, toma la formación universitaria como un imperativo. Ellos pueden aceptar que haya que modificar algunos aspectos del currículo, que los jóvenes pueden conseguir empleos satisfactorios sin transitar por las aulas y otros considerandos, pero señalan un elemento que estiman decisivo: los softwares más complejos solo pueden ser hechos por quienes tienen un nivel elevado de educación formal. Quizás la noción de complejidad merecería una discusión, pero aun aceptando completamente esa idea, surge un inconveniente mayor: la ausencia de preguntas respecto de las necesidades de la estructura productiva (que incluye, pero lo excede, su aspecto económico) que enmarca

a la universidad. De manera consciente o inconsciente, los actores académicos piensan el mundo tomando la universidad como un ente natural y ahistórico. Su capital simbólico —e incluso sus inserciones laborales— les impiden preguntarse seriamente respecto de la utilidad de la institución universitaria ya no para el mercado, sino para la sociedad que la financia. Porque si se concluyera que, a largo plazo, una sociedad latinoamericana requiriera productos de software poco complejos para dinamizar su aparato productivo, habría que recalibrar la función de la universidad en esta particular área de conocimiento. Frente a estos dos sesgos, el de la voracidad mercantil inmediatista y el del silencioso conservadurismo de la corporación universitaria, es necesario repensar una educación formal en informática que mire a la totalidad de la sociedad que la cobija.

## Bibliografía

- Apte, U.M. & Nath, H.K. (2004). *Size, structure and growth of the US information technology*, Los Ángeles: UCLA Anderson School of Management.
- Aquilino, A.J.; Covadonga Nieto, J.; Suárez, M.; Pérez, J.R.; Cernuda, A.; Luengo, C.; Martínez, A.B.; Riesco, M.; Lanvín, D.F.; Labra, J.E.; Fondón, M.D. y Redondo, J.M. (2006). “Definición de competencias específicas y genéricas del ingeniero en Informática”, *Aula Abierta, Revista del Instituto de Ciencias de la Educación*, Universidad de Oviedo.
- Barg, M.; Crawford, K.; Fakete, A.; Greening, T.; Hollans, O.; Kay, J. y Kingston, J. (2000). “Problem-based learning for foundation computer science courses”, *Computer Science Education*, Universidad de Sídney.
- Borello, J.; Erbes, A.; Robert, V.; Roitter, S. y Yoguel, G. (2005). “Competencias técnicas de los trabajadores informáticos. El caso de la Argentina”, *Revista de la CEPAL*, nº 87, 131-150.
- Boscherini, F.; Novick, M. y Yoguel, G. (2003). *Nuevas tecnologías de información y comunicación. Los límites en la economía del conocimiento*, Buenos Aires-Madrid: Miño y Dávila.
- Burbules, N. y Callister, T. (2008). *Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*, Buenos Aires: Granica.
- Carretero, M. (2002). *Constructivismo y educación*, México: Progreso.
- Castells, M. (1995). *La ciudad informacional*, Madrid: Alianza.

- Castells, M. (2006). *La era de la información*, tomo I, México: Siglo XXI.
- Catalán, C.; Lacuesta, R. y Hernández, A. (2005). “Cambio de modelos basados en la enseñanza a modelos basados en el aprendizaje: una experiencia práctica”, I Simposio Nacional de Docencia en Informática, SINDI'05, Granada.
- Chudnovsky, D.; López, A. y Melitzco, S. (2001). “El sector de software y servicios informáticos en la Argentina. Situación actual y perspectivas de desarrollo”, Documento de trabajo n° 27, Buenos Aires: Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT).
- Coombs, P.H. y Ahmed, M. (1975). *La lucha contra la pobreza rural. El aporte de la educación no formal*, Madrid: Tecnos.
- Delors, J. (1996). “La educación o la utopía necesaria”, en Delors, J. *et al.*, *La educación encierra un tesoro*, Informe de la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI, París: Ediciones UNESCO.
- Dussel, I. y Quevedo, L.A. (2010). “Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital”, VI Foro Latinoamericano de Educación, Fundación Santillana.
- Erbes, A.; Robert, V. y Yoguel, G. (2006). “El sendero evolutivo y potencialidades del sector de software en Argentina”, en Yoguel, G. *et al.* (eds.), *La informática en la Argentina. Un desafío a los problemas de especialización y competitividad*, Buenos Aires: UNGS-Prometeo.
- Foray, D. (2004). *The economics of knowledge*, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Hamadache, A. (1991). “La educación no formal: concepto e ilustración”, *Perspectivas: Revista Trimestral de Educación Comparada*, n° 1, 123-127.
- Hernández, A.; Catalán, C. y Lacuesta, R. (2006). “Aplicación del aprendizaje basado en problemas para el desarrollo de competencias demandadas a los titulados universitarios”, JENUI'06, Universidad de Zaragoza.
- Hill, P. (1999). “Tangibles, intangibles and service: A new taxonomy for the classification of output”, *The Canadian Journal of Economics*, 32(2), 426-446.
- Ito, M. (2009). *Engineering play: A cultural history of children's software*, Cambridge: The MIT Press.

- Jenkins, H.; Clinton, K.; Purushotma, R.; Robison, A.J. y Weigel, M. (2006). *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21<sup>st</sup> century*. White Paper. MacArthur Foundation. Disponible en: [http://digitallearning.macfound.org/atf/cf/%7B7E45C7E0-A3E0-4B89-AC9C-E807E1B0AE4E%7D/JENKINS\\_WHITE\\_PAPER.PDF](http://digitallearning.macfound.org/atf/cf/%7B7E45C7E0-A3E0-4B89-AC9C-E807E1B0AE4E%7D/JENKINS_WHITE_PAPER.PDF)
- Kay, J.; Barg, M.; Fekete, A.; Greening, T.; Hollands, O.; Kingston, J. y Crawford, K. (2000). "Problem-based learning for foundation computer science courses", *Computer Science Education*, 10, 109-128.
- Kenessey, Z. (1987). "The primary, secondary, tertiary and quaternary sectors of the economy", en *Review of Income and Wealth*, vol. 33, n° 4, 359-385.
- Labra, J.E.; Fernández, D.; Clavo, J. y Cernuda, A. (2006). "Una experiencia de aprendizaje basado en proyectos utilizando herramientas colaborativas de desarrollo de software libre", XII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Bilbao, 12 al 14 de julio.
- Lazzarato, M. y Negri, A. (2001). *Trabajo inmaterial. Formas de vida y producción de subjetividad*, Río de Janeiro: DP&A Editora.
- López, A. y Ramos, D. (2007). *Complementación productiva en la industria del software en los países del Mercosur: impulsando la integración regional para participar en el mercado global*, Capítulos I y II, Suiza: Swiss Agency for Development and Cooperation (SCD).
- López-Bassols, V. (2002). "ICT skills and employment" [documento de trabajo], París: OCDE (STI Working Papers, 10). Disponible en: <http://www.oecd.org/sti/working-papers>
- Montes Cató, J. (coord.) (2010). *El trabajo en el capitalismo informacional. Los trabajadores de la industria del software*, Buenos Aires: Poder y Trabajo.
- Pyöriä, P. (2006). "Understanding work in the age of information. Finland in focus". Academic Dissertation. Universidad de Tampere, Departamento de Sociología y Psicología Social. Acta Electrónica Universitatis Tamperensis 518. Tampere.
- Robert, V. (2006). "Límites y efectos de la difusión de software libre en un país en desarrollo. El caso de la Argentina", en Yoguel, G. et al. (eds.), *La informática en la Argentina. Un desafío a los problemas de especialización y competitividad*, Buenos Aires: UNGS-Prometeo.

- Roldán, M. (2005). “Nueva división internacional-informacional del trabajo (NDIIT), configuraciones tempo-espaciales y organización del trabajo. Explorando algunas dimensiones clave del desarrollo ausente argentino (1990-2000)”, *Estudios del Trabajo*, nueva época 5, Madrid.
- Segura, A.; Yansen, G. y Zukerfeld, M. (2011). “Una tipología de los procesos productivos de software. Estudio cualitativo en la Ciudad de Buenos Aires”, III Congreso Anual AEDA 2011, “Consolidación del Modelo Productivo. Propuestas para la nueva década.”, Facultad de Ciencias Económicas (UBA), Buenos Aires, 29 al 31 de agosto.
- Tigre, P. y Silveira, F. (eds.) (2009). “Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina”, Bogotá: Cepal-Mayol Ediciones.
- Touriñán, J.M. (1983). “Análisis teórico del carácter ‘formal’, ‘no formal’ e ‘informal’ de la educación”, *Papers d’Educació*, 1, 105-127.
- Trilla Bernet, J. (1992). “La educación no formal: definición, conceptos básicos y ámbitos de aplicación”, en Sarramona, J. et al. (eds.), *La educación no formal*, Barcelona: CEAC.
- Vázquez, G. (1998). “La educación no formal y otros conceptos próximos”, en Sarramona, J. et al. (eds.), *Educación no formal*, Barcelona: Ariel.
- Virno, P. (2003a) *Gramática de la multitud. Para un análisis de las formas de vida contemporáneas*, Madrid: Traficantes de Sueños.
- Virno, P. (2003b). *Virtuosismo y revolución. La acción política en la era del desencanto*, Madrid: Traficantes de Sueños.
- Zukerfeld, M. (2007). “La teoría de los bienes informacionales: música y músicos en el capitalismo informacional”, en Perrone, I. y Zukerfeld, M., *Disonancias del capital*, Buenos Aires: Ediciones Cooperativas.
- Zukerfeld, M. (2008). “Capitalismo cognitivo, trabajo informacional y algo de música”, *Revista Nómadas*, nº 28, IESCO, Bogotá, abril.
- Zukerfeld, M. (2010a). “Capitalismo y conocimiento: materialismo cognitivo, propiedad intelectual y capitalismo informacional”, Tesis doctoral, FLACSO, 30-6-2010.
- Zukerfeld, M. (2010b) “Cinco hipótesis sobre el trabajo informacional. Aproximaciones a la caracterización del mundo laboral en el capitalismo cognitivo”, *Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnología*, nº 9, 76-85, noviembre, Santiago de Chile.

# Procesos de aprendizaje en el sector servicios: ¿nuevas formas de organización del trabajo?

SONIA ROITTER\*  
ANALÍA ERBES\*\*  
YAMILA KABABE\*\*\*

---

## Introducción

La forma que adopta la organización del trabajo en la producción de servicios ha sido relativamente menos estudiada que en la industria manufacturera. Este aparente desinterés se considera paradójico si se tiene en cuenta la importancia que las actividades terciarias han adquirido en las últimas décadas en las sociedades avanzadas. En la Argentina, la participación promedio del sector servicios<sup>1</sup> en el valor agregado ha sido del

---

\* Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina.

\*\* Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

1 El sector servicios incluye: comercio mayorista y minorista; hoteles y restaurantes; transporte, almacenamiento y comunicaciones; intermediación financiera; actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler; administración pública y defensa; enseñanza, servicios sociales y salud; otros servicios comunitarios, sociales, personales y servicio doméstico.

62% frente al 31% del sector productor de bienes,<sup>2</sup> durante el período 2006-2010, según datos del INDEC.<sup>3</sup> La misma tendencia creciente se observa en lo referente a la generación de puestos de trabajo, que representan el 71% y el 29% promedio, respectivamente, para el período de referencia.

Lo anterior da cuenta de la importancia creciente del análisis de los procesos de aprendizaje en el sector servicios. Algunos estudios se han concentrado en las principales características de la organización del trabajo en distintas actividades sectoriales. No obstante, se ha asignado una importancia marginal a la relación entre la organización del trabajo y los procesos de aprendizaje.

La relevancia de este trabajo se basa en la gran importancia alcanzada por los procesos de aprendizaje y de innovación en el desarrollo de ventajas competitivas en las empresas (Nonaka y Takeuchi, 1999; Lundvall, 2003, entre otros). Para discutir analítica y empíricamente estas cuestiones, este trabajo retoma las principales contribuciones realizadas en torno al rol de la organización del trabajo en los procesos de aprendizaje en firmas manufactureras, tanto desde la perspectiva de las empresas como desde la de los trabajadores (Delfini *et al.*, 2010; Erbes *et al.*, 2009). A su vez, se considera que la organización del trabajo contribuye al desarrollo de los procesos de innovación cuando se produce una activa participación de los trabajadores en organizaciones que promueven la circulación del conocimiento y el desarrollo de competencias endógenas.

Teniendo en cuenta estas cuestiones, el objetivo principal de este artículo es analizar los rasgos específicos que asume la organización del trabajo –en cuanto elemento que contribuye al desarrollo de los procesos de aprendizaje y a la producción de conocimientos– en las empresas del sector servicios. Para ello, se propone específicamente:

- Vincular el análisis de las formas de organización del trabajo con la dinámica de los procesos de aprendizaje y la generación de capacidades laborales.
- Caracterizar las dimensiones que definen la organización del trabajo en servicios, tomando como base las ya estudiadas para la industria manufacturera.

---

2 El sector productor de bienes incluye las actividades primarias (agricultura, ganadería, caza, silvicultura, pesca, explotación de minas y canteras), industria manufacturera, electricidad, gas y agua, y construcción. Entre estos, se destaca la industria manufacturera, que aporta el 16% del valor agregado total.

3 Dirección Nacional de Programación Macroeconómica. Secretaría de Políticas Económicas. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. <http://www.mecon.gov.ar/peconomica/basehome/infoeco.html>.

- Analizar las distintas formas que puede asumir la organización del trabajo en el sector servicios a partir de las dimensiones que las caracterizan.
- Aplicar este análisis a las empresas productoras de servicios en la Argentina, desde la perspectiva de los trabajadores.

El artículo incluye las siguientes secciones. En la primera, se expone el marco teórico en el que se inscribe el abordaje de las características de la organización del trabajo que favorecen los procesos de creación y circulación de conocimiento. En la segunda parte, se presentan las principales características que asume la organización del trabajo en el sector servicios. Seguidamente, se desarrolla una propuesta metodológica para definir una tipología sobre la forma de organizar el trabajo en servicios. En la cuarta sección, se contrasta empíricamente la tipología construida. Por último, se elaboran las principales conclusiones y se plantean líneas de trabajo futuro.

### **La organización del trabajo y el desarrollo de procesos de aprendizaje**

La evidencia resultante de distintos trabajos realizados a nivel nacional e internacional (Arundel *et al.*, 2003; Lundvall, 2003; Lorenz y Valeyre, 2005; Roitter *et al.*, 2008; Erbes *et al.*, 2009) destaca que la existencia de dinámicas innovadoras está ligada a empresas que estimulan y desarrollan procesos de aprendizaje con el fin de incrementar los saberes de los trabajadores y de producir mejoras en la competitividad. En particular, estos análisis retoman formas de organización del trabajo que tienden a estimular estos procesos, las cuales están caracterizadas por elementos tales como la presencia de trabajo en equipo, de una polivalencia planificada y de grados de autonomía de los trabajadores que les permitan intervenir en el proceso productivo y participar en actividades más complejas, como las de planificación, distintas de la mera ejecución de tareas.

Las articulaciones entre conocimiento y ventajas competitivas se producen a nivel organizacional a través de la gestión de los procesos de creación de conocimiento en la empresa. En este contexto, el conocimiento es “algo” que detentan los individuos, pero que, sin embargo, no se desarrolla en forma aislada, sino en un contexto de interdependencia con otros actores: quien aprende es el individuo y para que este aprendizaje pueda caracterizarse como organizacional debe ser procesado en un ambiente colectivo (Montero Leite, 1996).

Los conceptos de rutinas e innovación constituyen componentes centrales a la hora de teorizar sobre los procesos de aprendizaje en las empresas.

Las organizaciones regulan el comportamiento de los diversos agentes a través de sus normas, mientras que la interacción entre la adecuación a las rutinas, el quiebre de estas y el establecimiento de nuevas rutinas es un aspecto fundamental del aprendizaje (Nelson y Winter, 1982; Arocena, 1996). Dichas dinámicas se ven favorecidas por mecanismos que aparecen ligados al “diseño” de la organización, particularmente de la organización del trabajo, y a la aplicación de un conjunto de políticas de gestión que operan como condiciones facilitadoras del aprendizaje.

La noción de organización formativa complementa el análisis anterior en tanto retoma las posibilidades de aprendizaje que ofrece el ambiente organizacional a través de su estructura o diseño (Zarifian, 1996). Así, dentro de las firmas, los procesos formativos permiten incrementar las competencias laborales si se sustentan, fundamentalmente, en las propias instancias de trabajo y parten del mismo proceso de producción. De esta manera, el aprendizaje en el puesto de trabajo es un proceso multidimensional que se puede definir con más detalle teniendo en cuenta las distintas dimensiones de las actividades y situaciones laborales. La organización del proceso laboral desempeña un importante papel de estímulo y apoyo a la adquisición de competencias y, por lo tanto, el trabajo en sí mismo puede considerarse un proceso de aprendizaje: se aprende mediante la realización de operaciones y actividades laborales y el dominio en la resolución de problemas que se presentan en el trabajo (Gore, 2003).

Lo anterior permite identificar estructuras específicas de organización del trabajo que favorecen la dinámica de la formación. En este sentido, una empresa es formativa y generadora de conocimiento en la medida en que promueve procesos de aprendizaje en su interior a través de la participación de los trabajadores y de la interacción entre ellos (Mallet, 1995; Mertens, 2002; Méhaut, 1994; Zarifian 1995; Harteis, 2003). Esta postura implica otorgar un papel central no solo al carácter “calificante” de las organizaciones, a partir de la revalorización del aprendizaje y el conocimiento como factores de desarrollo (el “saber hacer”), sino también al lenguaje y la comunicación, en un marco en el que el ambiente cooperativo se presenta como soporte de dichos procesos (“saber ser”).

Se observa, entonces, que las interacciones comunicativas entre los trabajadores constituyen un componente central de los procesos de aprendizaje. Desde la perspectiva de Zarifian (1996), los cambios en el papel del lenguaje en la empresa –en su dimensión instrumental, cognitiva y social– se articulan estrechamente con las transformaciones de los procesos de trabajo: trabajar juntos en las condiciones modernas de producción es comunicar en el sentido de construir y desarrollar un espacio de

intersubjetividad y de comprensión recíproca. Como se sabe, el lenguaje constituye un eje central en las reflexiones sobre el aprendizaje, en tanto los saberes tácitos o prácticos surgen de las experiencias e interacciones sociales cotidianas de las personas, que exigen el desarrollo de capacidades de entendimiento, comprensión, interpretación y aplicación.

Siguiendo estas tendencias, la literatura del *management* enfatiza las bondades de las nuevas formas de organización del trabajo en el marco del modelo de producción ligera, como así también en las formas de autonomía vinculadas al *empowerment*. Sin embargo, desde la perspectiva de los trabajadores, Zarifian (1996) señala que los cambios que implican los nuevos modelos productivos impactan sobre estos actores situándolos en una posición de tensión que se traduce en contradicciones de, al menos, dos órdenes: simbólicas y psicológicas. Los trabajadores desempeñan roles que entran en conflicto en tanto el discurso que apunta a la subjetividad se traduce en palabras claves tales como “autonomía” y “responsabilización”, pero en un universo organizacional aún altamente codificado en el que las posibilidades de toma de decisión son bastante limitadas y estandarizadas. Por una parte, la implementación de ciertas tecnologías, de procedimientos muchas veces altamente prescriptivos y de un conjunto de herramientas de gestión estandarizadas se orienta a hacer previsibles y controlables los escenarios de producción y tornan cada vez más estrechos los márgenes para el ejercicio de la autonomía. Por otra parte, prevalecen en la empresa sistemas de control de gestión que operan sobre las tareas, pero muy rara vez sobre las coordinaciones entre actividades y, además, se apoyan significativamente en los mandos superiores inhibiendo el *empowerment*, lo que es en sí contradictorio con la idea misma de autonomía y responsabilización (Zarifian, 1996). En el caso particular de América Latina, diversos estudios sostienen la existencia de efectos adversos focalizados esencialmente en el empeoramiento de las condiciones de trabajo y la desarticulación de las identidades profesionales, derivados de la implementación de este modelo (Antunes, 2006; Mello e Silva, 2004).

## **La organización del trabajo en el sector servicios**

Las distintas formas que puede asumir la organización del trabajo en el sector servicios han sido menos estudiadas que sus pares en la industria manufacturera. Sin embargo, análisis de estas características son cada vez más importantes, en parte como consecuencia del reconocimiento de las características productivas distintivas de estas actividades. Entre las más relevantes, se destaca la fuerte incidencia de la demanda para la existencia

misma del servicio y la definición de sus características así como también, a diferencia de la industria manufacturera, la indispensable interacción entre usuario y prestador. A su vez, la heterogeneidad inherente a la producción de servicios –en términos de proceso y “producto”, por ejemplo– se traslada a la importancia relativa que adquieren estos rasgos en cada caso específico.

Las características diferenciales bajo las cuales se desarrolla o presta un servicio y la mencionada incidencia de factores tales como la demanda y el tipo de producto permiten sostener la existencia de distintas formas de organización del trabajo en su producción. En este marco, diversos autores señalan que pueden identificarse, en términos generales, tres modelos: el taylorista, el híbrido o de gestión de la calidad total y el basado en equipos autoorganizados (Batt, 1999; Bosch y Lehndorff, 2001; Dormann y Zijlstra, 2003; Gorjup *et al.*, 2009).

El primero de ellos recupera los conceptos asociados a la producción masiva, por lo que se lo suele denominar taylorista, y sus premisas fundamentales son la maximización de las ventas y la minimización de los costos a partir de la maximización de la eficiencia individual (Batt, 1999). De acuerdo con Chase (1978) y Levitt (1972), esta eficiencia se logra a partir de una acotada cantidad de servicios ofrecidos a los clientes, de la división funcional del trabajo, que conduce a procesos de especialización y explotación de economías de escala, de elevados grados de estandarización y de una escasa o nula discrecionalidad y participación del trabajador en el proceso de trabajo. Así, de manera similar a lo evidenciado en la industria manufacturera, la eficiencia es el resultado de la experiencia acumulada individualmente en la repetición de tareas de reducida complejidad, a la vez que la simplicidad de los puestos de trabajo permite que existan bajos costos de transacción asociados a la rotación de los trabajadores de un puesto a otro.

Bosch y Lehndorff (2001) agregan que el desarrollo de tareas simples y de escasa calificación que caracteriza a estos modelos conduce a una pérdida de la autonomía y del control de los tiempos por parte de los trabajadores. Sin embargo, los autores sostienen que, a diferencia de lo que se observa en el caso de las actividades industriales, en los servicios estos procesos de estandarización y división del trabajo no han conducido a una homogeneización de las calificaciones y de los tiempos sino que, aun en estos contextos, la producción de servicios se desarrolla bajo estructuras en las que las pautas de las tareas a cumplir permiten desestructurar el tiempo de trabajo. Asimismo, se diferencian de la producción industrial en tanto la especialización no necesariamente conduce a procesos de aumento de los conocimientos técnicos y profesionales requeridos, en parte como consecuencia de la implicación de otros tipos de saberes tales

como las competencias sociales y comunicacionales. Estas estructuras organizativas suelen encontrarse en servicios de reducida calidad, como los vinculados a los call centers y al comercio minorista, y su ejercicio provoca generalmente la insatisfacción del trabajador, la cual conduce a una elevada movilidad laboral.

La segunda forma presentada por Batt (1999) encuentra su sustento en los conceptos vinculados con la gestión de la calidad total (TQM, por sus siglas en inglés), especialmente la definición de productos acordes a las características y demandas de los consumidores. Bajo este modelo, se espera una mayor discrecionalidad del trabajador con respecto a la toma de decisiones vinculadas a la producción del servicio, lo cual es posible a partir de su activo involucramiento en círculos de calidad o equipos de mejora continua en los que, de manera conjunta con otros trabajadores y con el supervisor, desarrollan capacidades para mejorar el trabajo. Sin embargo, la autonomía con la que cuentan es reducida, dado que no pueden tomar decisiones sin previa consulta con los supervisores o con la gerencia de la empresa.

En este caso, el diseño de las actividades está orientado por la satisfacción del cliente y por el desarrollo de procesos de aprendizaje continuos derivados de la relación entre usuario y prestador, lo cual se traduce en información valiosa para la firma sobre las oportunidades de mercado y la generación de nuevas ideas. Como consecuencia de ello, se produce simultáneamente la maximización de las ventas y de la calidad del servicio, y la satisfacción del trabajador que, en este contexto, es más propenso a retener su empleo y a mejorar su actitud hacia el trabajo.

Esta segunda forma de organización del trabajo en servicios suele ser presentada como un modelo híbrido (Dormann y Zijlstra, 2003) que responde a características combinadas de los dos modelos extremos más difundidos (el taylorista y el de equipos autoorganizados). Bosch y Lehndorff (2001) identifican a esta modalidad intermedia de organización del trabajo con la actividad financiera y los hospitales.

La tercera forma de organización retoma los lineamientos centrales de TQM y avanza sobre ellos. Así, los sistemas basados en equipos reconocen la importancia de las necesidades de los consumidores y de la participación de los trabajadores en equipos de mejora y en la toma de decisiones, pero cuestionan la dinámica bajo la cual se desarrolla esa participación. Mientras que en las formas organizacionales vinculadas a TQM la implementación de las sugerencias de los trabajadores debe contar con la aprobación de niveles jerárquicos superiores y las soluciones se elaboran en el ámbito acotado de los grupos de mejora, en los sistemas basados en

equipos autogestionados, la participación es más amplia y las decisiones que afectan a la prestación del servicio son tomadas en el mismo momento en el que esta actividad se está desarrollando (Batt, 2004). Esto no significa que sean equipos autónomos de la organización ni autoestructurados –en tanto pertenecen a una empresa y no son independientes de esta–, sino que tienen capacidad para evaluar su proceso de trabajo y mejorarlo en la acción a partir de decisiones operativas.

Bajo formas organizativas en las que predominan estos equipos autorregulados, desaparece la figura del supervisor, quien puede transformarse en un integrante más y, de esta manera, el equipo en sí mismo asume la responsabilidad por el desempeño en términos de productividad, de calidad del servicio y de vinculaciones con el medio en el que actúa. En este caso, las mejoras en la productividad y la calidad son resultado de la posibilidad que brinda la actuación en grupo de maximizar los sistemas sociales y tecnológicos con los que cuenta cada uno de sus miembros (Cummings, 1978; Pearce y Ravlin, 1987).

Bosch y Lehndorff (2001) incluyen entre los sistemas de organización basados en equipos los servicios de mayor complejidad tecnológica, entre ellos los vinculados a telecomunicaciones e informática, en los que la presencia de los trabajadores en la empresa no es un requisito para el desarrollo de la actividad. En este sentido, los rasgos sobresalientes de esta forma de organización son los elevados requerimientos de calificaciones y competencias y la mayor autonomía de los trabajadores en términos de la resolución de problemas que se presentan en la actividad cotidiana. Esto último, junto con las características de los servicios prestados, redundará en jornadas no tradicionales que incluyen de manera rutinaria el desarrollo de las actividades en días y horarios inusuales. Estas formas alternativas presentan nuevas manifestaciones de problemas tradicionales, no solo de las actividades de producción manufacturera, sino también de las de servicios. Entre ellas se encuentra la necesidad de desarrollar nuevos esquemas de control o seguimiento de las tareas que resistan la inexistencia de copresencia en el lugar de trabajo. En este sentido, cobran relevancia distintos mecanismos de control indirectos que surgen como modalidad alternativa a la supervisión directa (Miozzo y Ramírez, 2003). Como ejemplos concretos, pueden mencionarse los esquemas de control basados en el logro de objetivos o a través de la incorporación de procedimientos sistemáticos e informatizados para el control de las tareas a partir de las nuevas modalidades de trabajo basadas en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Lo presentado hasta aquí permite identificar un conjunto de dimensiones que contribuyen a caracterizar y estudiar distintas formas de

organización del trabajo en servicios. Si bien algunas de ellas ya habían sido identificadas en trabajos previos relacionados con el estudio de la industria manufacturera (Delfini *et al.*, 2010; Erbes *et al.*, 2008),<sup>4</sup> otras se relacionan con las particularidades de las actividades de servicios, entre las que se encuentran la flexibilidad y el control, ambas estrechamente relacionadas con el nivel de calificaciones requerido para los puestos de trabajo.<sup>5</sup> Diversos autores han abordado tales dimensiones.

En particular, Bosch y Lehndorff (2001) introducen la flexibilidad como una dimensión clave que se define en función de la orientación de las actividades hacia el mercado y de las características particulares de la demanda, de la mayor o menor asignación de responsabilidad a los trabajadores y del nivel de las calificaciones que les son requeridas. De esta manera, los autores proponen la distinción entre dos tipos de flexibilidad, la pasiva u horaria y la activa o funcional.

El primer tipo resulta habitual en formas de organización del trabajo que se basan en la disponibilidad de los trabajadores en los horarios en que son requeridos por la firma. Se trata de una flexibilidad de tipo numérico y que responde a puestos individuales con tareas estandarizadas, en los que los trabajadores pueden ser reemplazados en cualquier momento y la dotación de personal puede variar considerablemente en concordancia con la demanda de servicios del mercado. Por su parte, la flexibilidad activa se manifiesta cuando las firmas no están dispuestas a prescindir del conocimiento, las habilidades y la experiencia individual de sus trabajadores y, en consecuencia, se apoyan en las capacidades de sus empleados de autoorganización y de gestión de su tiempo de trabajo. En este caso, predomina la flexibilidad de tipo funcional, que permite dar respuesta a los requerimientos del mercado en términos de una fuerza de trabajo con elevada calificación y gran disponibilidad horaria. Bajo este tipo de flexibilidad, el uso de las habilidades de los trabajadores le permite a la empresa anticipar los cambios en los requerimientos de trabajo y luego llevar a cabo los ajustes de manera oportuna. Por lo tanto, cobra un rol fundamental el vínculo entre la orientación hacia la calidad, el compromiso del trabajador y el foco en la satisfacción de los requerimientos del cliente. Para ello, los autores establecen que las habilidades de los trabajadores y

---

4 Estas dimensiones son: la autonomía, la participación de los trabajadores, la forma de adquisición de experiencia y el trabajo en equipo.

5 Cabe aclarar, sin embargo, que se considera que estas dimensiones también son relevantes para el estudio de la industria manufacturera, por lo cual deberían ser incorporadas también en futuros análisis centrados en dicho sector, siempre considerando las especificidades que corresponda.

su participación en la empresa vía delegación de responsabilidades juegan un rol clave y conforman el punto de partida de la flexibilidad activa.

El análisis de las formas de flexibilidad puede ser profundizado mediante el abordaje de otros aspectos tales como los distintos tipos de políticas de recursos humanos, el teletrabajo y los procesos de tercerización de actividades. Así, en lo que respecta a la primera de estas dimensiones, Gorjup *et al.* (2009) señalan que la flexibilidad de tipo numérico suele ser acompañada por políticas “duras” (Green, 2006) basadas en objetivos de respuesta rápida y en la adaptación a los cambios derivados de las presiones de la demanda y de la reducción de costos. Esto generalmente conlleva altas tasas de rotación y empleos de baja calidad, que se traducen en salarios bajos y pocas oportunidades de carrera. En el otro extremo, en los esquemas de flexibilidad activa, los empleados son considerados un recurso estratégico de la organización, por lo que se valora la retención del personal y se generan en los trabajadores perspectivas de empleo de largo plazo. Para lograr estos objetivos, se privilegian políticas “blandas” de recursos humanos y se orientan las acciones de la empresa hacia el desarrollo de puestos de trabajo calificados y la generación de un ambiente de trabajo que ofrezca condiciones para que los empleados puedan enriquecer sus conocimientos. Por su parte, la opción del teletrabajo, esto es, la posibilidad de los trabajadores de realizar sus tareas desde el hogar, se presenta como una dimensión fuertemente asociada con la flexibilidad activa. En esta línea, Felstead *et al.* (2002) indican que esta opción es más probable de ser otorgada a aquellos trabajadores que tienen mayor influencia en la forma de organización de las actividades, que se encuentran en posiciones calificadas y con altos niveles de autonomía, que están más satisfechos con sus trabajos y que muestran un mayor compromiso con la organización.

En relación con la tercerización de actividades (*outsourcing*) a través de agencias u otras empresas de contratación de personal, Miozzo y Ramírez (2003) señalan que esta es una práctica habitual en la forma de organización del trabajo en el sector servicios que se manifiesta a través de dos modalidades. Una primera aplicación es para cubrir puestos de trabajadores con bajas calificaciones y alta rotación. Pero también se recurre al *outsourcing* para complementar la complejidad de conocimientos que trae aparejados el avance de las nuevas tecnologías. En niveles de la organización en los que no se requieren habilidades específicas para los puestos de trabajo, el *outsourcing* suele adoptarse a través de agencias de contratación que llevan a cabo la selección y entrenamiento del personal con mayor rapidez; esto se traduce en beneficios para la empresa en términos de costos y respuesta oportuna a las demandas del mercado. Por el

contrario, en aquellos casos en los que los niveles de habilidades requeridas son mayores, predomina la búsqueda de trabajadores que cuenten con capacidades específicas basadas en las ingenierías y en investigación y desarrollo con el objetivo de promover condiciones favorables para la innovación en servicios. Esto ha llevado a la búsqueda de *multiskilling* en el personal interno, a la vez que ha promovido la necesidad de contar con fuerza de trabajo contingente altamente calificada.

En este marco, la adopción de prácticas de tercerización puede vincularse con una serie de rasgos predominantes en el tipo de flexibilidad numérica u horaria. Así, De Grip *et al.* (2006) señalan la incidencia de tres factores: a) la incorporación de personal para cubrir las necesidades de trabajo derivadas de picos inesperados de la demanda; b) la modalidad de contratación de personal temporario para atender a las fluctuaciones en la prestación de servicios, derivadas de la estacionalidad de ciertas actividades, y c) la resolución de los problemas suscitados por los altos niveles de rotación de personal. En concreto, el *outsourcing* es una práctica que incide en la forma de organización del trabajo que, atendiendo a las condiciones de flexibilidad, ofrece alternativas tendientes a subsanar niveles elevados de fluctuación de los trabajadores y a evitar que decaiga el flujo de trabajo y la productividad.

En lo que refiere al control de las actividades de los trabajadores, que se materializa en los dispositivos organizacionales desarrollados para garantizar el cumplimiento de los objetivos previstos por la empresa, es posible considerar la existencia de distintos esquemas que abarcan desde el seguimiento jerárquico directo de la actividad de los trabajadores hasta mecanismos indirectos externos –vía evaluación por parte de pares– o de autocontrol, en los cuales lo que se busca garantizar es el logro de los objetivos a partir del involucramiento de los trabajadores, pero sin incidir directamente en la forma en la que estos desarrollan sus actividades. Mientras que el control externo o directo se sustenta fundamentalmente en la coerción sobre el trabajador, la autonomía responsable, en términos de Friedman (1977), implica una adaptabilidad del trabajador a ciertas iniciativas definidas por la empresa, en el marco de lo cual se requiere una supervisión mínima de los trabajadores y una elevada responsabilidad por parte de estos. En este sentido, Edwards (1979) destaca la emergencia de formas estructurales de control, asociadas a la estructura organizativa del trabajo, por oposición a las formas personalizadas. En la misma dirección, Burawoy (1989) señala la importancia de lo que él llama “individualismo competitivo” como elemento que permite la internalización del control, no solo para con el entorno productivo de la empresa, sino también para con la satisfacción y el logro de objetivos del propio trabajador.

Los aportes presentados permiten definir un conjunto de dimensiones relevantes para analizar las características que puede asumir la organización del trabajo en distintas actividades de servicios. Entre estas se encuentran: a) el nivel de autonomía para la organización de las tareas; b) los rasgos que definen a los equipos de trabajo, incluida la participación de los trabajadores; c) la forma de adquisición de experiencias; d) la flexibilidad numérica y funcional; e) el tipo de control, así como f) el nivel de capacidades requerido por los puestos de trabajo.<sup>6</sup>

Pese a que su distinción teórica y metodológica contribuye a una comprensión más precisa sobre la importancia adquirida por cada una de estas dimensiones, algunos autores coinciden en destacar que, particularmente en este sector, dichos aspectos aparecen fuertemente relacionados entre sí, por lo que su análisis requiere considerar las interacciones que existen entre ellos. Así, cuando se considera la autonomía, se analiza la capacidad de los trabajadores para organizar y planificar sus actividades, lo cual también afecta la duración de su jornada laboral y la determinación de las pausas que podrán realizarse durante ella. En este sentido, la autonomía se relaciona con distintas formas de flexibilidad y con la participación del trabajador en el proceso de producción de servicios. Este último elemento también es relevante para comprender la importancia que adquiere el trabajo en equipo, más allá de su simple existencia. Adicionalmente, los mecanismos de control adoptados por la organización están íntimamente relacionados con el nivel de capacidades de los empleados y con el grado de autonomía y flexibilidad con el que desarrollan sus tareas.

A su vez, las formas de flexibilidad adoptadas condicionan los procesos de adquisición de experiencias, puesto que la misma dinámica del sector servicios conlleva la necesidad de prestar atención al diseño de los mecanismos de transmisión de los conocimientos que se generan en aquellas áreas o trabajadores de la organización que tienen estrecha relación con las demandas de los clientes. En este sentido, y con la presencia de relaciones en las que prevalecen las vías de contacto cada vez menos formales, Ramírez (2004) destaca: a) la necesidad de que los trabajadores que están en contacto con los clientes adquieran las capacidades y conocimientos técnicos necesarios para transmitir las demandas del mercado dentro de la organización, y b) la importancia de diseñar los dispositivos para que ese flujo de conocimiento se transforme en un insumo que alimente, mediante

---

6 La dimensión basada en el nivel de capacidades requeridas cobra particular importancia, en especial si se toma en consideración que en una misma empresa pueden coexistir diferentes formas de organización del trabajo y esto, a su vez, se encuentra estrechamente relacionado con el puesto de trabajo y el nivel de capacitación requerido para la ejecución de la actividad laboral.

modalidades interactivas, las tareas de los desarrolladores y diseñadores del producto o servicio.

Como consecuencia de lo anterior, analizar la organización del trabajo en el sector servicios implica considerar todas estas dimensiones de manera interrelacionada y sinérgica, lo que posibilita definir tantas formas de estructurar el proceso de trabajo como combinaciones pueden establecerse entre las particularidades que asumen estas dimensiones.

### **Una propuesta metodológica para el análisis de la organización del trabajo en el sector servicios**

Los distintos aportes presentados en relación con las características de la organización del trabajo en la producción de servicios permiten identificar un conjunto de dimensiones claves para avanzar en la elaboración de una propuesta metodológica a partir de la cual sea posible analizar los procesos de trabajo en organizaciones dedicadas a esta actividad.

Como punto de partida para alcanzar este objetivo, se retoma un conjunto de estudios que analizan la relación entre formas de organización del trabajo y dinámica de los procesos de aprendizaje en la industria manufacturera argentina, tanto desde la perspectiva de las empresas (Roitter *et al.*, 2008; Erbes *et al.*, 2009), como desde la de los trabajadores (Delfini *et al.*, 2010). Ambos enfoques son complementarios y deben entenderse uno en estricta relación con el otro. Así, mientras que las firmas imponen un marco productivo y normativo en el cual los trabajadores desarrollan sus actividades, estos últimos, en su mismo hacer cotidiano, modifican y conforman las características de la dinámica productiva.

Estos estudios identifican dos elementos centrales para analizar las características de la organización del proceso de trabajo: por una parte, la “arquitectura” o diseño organizativo del trabajo y, por otra, las herramientas de gestión social de este proceso. En cuanto a las formas concretas en que el trabajo se organiza (la “arquitectura”), la tendencia al trabajo en células, redes y/o equipos de proyecto busca producir una mejora sustantiva en la comunicación e intercambio de saberes y, con ello, en la coordinación de las actividades. No obstante, la mera estructuración grupal de las tareas no garantiza el desarrollo de capacidades. Requiere, además, la puesta en juego de un conjunto de herramientas de gestión que “activen” dicha estructura en las prácticas, entre las que se encuentran el trabajo en equipo, la gestión de polivalencia, la promoción de autonomía y la implementación de canales que hagan efectiva la participación de los trabajadores (Delfini *et al.*, 2010). Por lo tanto, estructura y gestión, recursos físicos y humanos,

rutinas organizacionales y habilidades individuales, interactúan para dar lugar a formas organizativas que permiten, en mayor o menor medida, la generación y reproducción de conocimientos y procesos de aprendizaje.

Dichos estudios reconocen la existencia de tres formas de organizar el trabajo a partir de las interacciones que se desarrollan entre la complejidad que adquieren los equipos de trabajo, la importancia de los procesos de adquisición de experiencias, a través de la dinámica de rotación y la estrategia de polifuncionalidad, y el grado de autonomía que tienen los trabajadores. Estas son: las organizaciones “formativas”, que propician la generación de procesos de aprendizaje; las organizaciones “híbridas”, que limitan la dinámica de circulación de conocimiento, y las organizaciones “simples”, en las que predominan lógicas vinculadas con una alta especialización en las tareas (Roitter *et al.*, 2008; Erbes *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Características de la forma de organización del trabajo en la industria manufacturera

	<b>Organización simple</b>	<b>Organización híbrida</b>	<b>Organización formativa</b>
<b>Equipo de trabajo</b>	Sin equipos de trabajo o con equipos numerosos.	Células para la realización de tareas elementales.	Células en las que se realizan diferentes actividades.
<b>Adquisición de experiencia</b>	Sin rotación o con rotación azarosa.	Rotación no planificada o no regular. Polivalencia funcional.	Rotación regular planificada. Polivalencia enriquecedora.
<b>Autonomía</b>	Sin intervención en las decisiones.	Intervención limitada y remedial en las decisiones.	Intervención activa y preventiva de los trabajadores en la toma de decisiones.
<b>Participación</b>	Actitud cerrada hacia la participación.	Actitud abierta hacia la participación sin grupos de mejora.	Actitud abierta hacia la participación y conformación de grupos de mejora.

Fuente: Elaboración propia a partir de Delfini *et al.* (2010) y Erbes *et al.* (2008).

Nota: Cabe señalar que este cuadro no responde a solo uno de los enfoques con los que se ha encarado el estudio (trabajadores o empresas), sino que constituye una síntesis de ambos.

Entre las principales conclusiones de los trabajos realizados en distintas tramas productivas de la Argentina aplicando este esquema analítico, se destaca que las dinámicas innovativas más virtuosas prevalecen en las empresas que se caracterizan por formas organizacionales más “formativas”, mientras que en las organizaciones “simples”, los esfuerzos de innovación son menores. De esta manera, puede establecerse una relación positiva entre las dimensiones señaladas; formas de organización del trabajo virtuosas dan lugar a procesos de innovación y a procesos de aprendizaje más complejos (Roitter *et al.*, 2008).

Al igual que en el caso de la producción manufacturera, cuando se consideran los servicios también puede identificarse, tanto desde la perspectiva de la empresa como desde la del trabajador, la presencia de tres tipos teóricos: las organizaciones tayloristas, las organizaciones híbridas y las organizaciones formativas. En términos generales, la definición de cada una de estas formas organizacionales responde a la importancia diferencial que adquieren los procesos de aprendizaje y de generación de conocimientos, la cual se refleja en las dimensiones mencionadas anteriormente. Al mismo tiempo, se toman como referencia las tipologías establecidas por Batt (1999, 2004) y por Bosch y Lehndorff (2001), aunque se agregan dimensiones adicionales a las propuestas por estos autores.

La primera de las dimensiones es la autonomía. Esta puede ser considerada una competencia transversal, necesaria en la actualidad para la profesionalización de cualquier ocupación (Zarifian, 1996), y remite particularmente al posicionamiento que asume el trabajador frente a lo prescripto a partir de su *expertise* y de un contexto de desempeño favorable. Implica, entonces, la posibilidad de advertir anticipadamente desvíos, resolver problemas e introducir acciones correctivas considerando criterios preestablecidos, pero sin necesidad de una supervisión estrecha. El grado de autonomía en el trabajo puede entenderse como la capacidad de los operarios para intervenir en el proceso productivo, no solo como ejecutantes, sino como actores.

El contexto de desempeño favorece la autonomía cuando: a) el trabajador tiene cierta *expertise* para participar en las decisiones que atañen a las rutinas de su sector; b) los estilos de conducción imperantes son más formativos que directivos, y c) existe un bajo nivel de disciplinamiento de las interacciones, y el ambiente físico y social de trabajo estimula la interconsulta y cooperación. La autonomía puede tomar dos direcciones: o forma parte del sistema y debe cumplirse al igual que el resto de las normas o emerge como parte de un proceso dinámico y permite la resolución de problemas. En este último caso, la autonomía asume un papel

motivador y propicia el desenvolvimiento de procesos de aprendizaje (Mallet, 1995).

La segunda dimensión se asocia con los rasgos de los equipos de trabajo y considera las cuestiones más elementales de la definición del proceso productivo al analizar si este se desarrolla individual o colectivamente. Se trata de uno de los aspectos centrales de la dinámica formativa de las empresas por cuanto lo grupal, como herramienta social, permite que la actividad adquiera características enriquecedoras en la medida que promueve intercambios entre los trabajadores a partir de la posibilidad de compartir experiencias. Sin embargo, la mera existencia de equipos de trabajo no es suficiente para favorecer los procesos de aprendizaje en las empresas, sino que también es necesario considerar si estos promueven o no el protagonismo de los trabajadores en actividades de concepción del proceso productivo, y si toman en cuenta aspectos más específicos de las interacciones que se desarrollan dentro de los grupos y de los vínculos directos o indirectos que establece cada trabajador con las actividades de producción (Batt, 2004).

La tercera dimensión refiere a las prácticas desarrolladas por los trabajadores para adquirir conocimientos, competencias y experiencias vinculadas con el trabajo. En este sentido, resulta relevante analizar distintos tipos de procesos que permiten acceder a estos recursos, entre los cuales se destacan dos principales que suelen manifestarse de manera complementaria y, por lo tanto, son sistémicos y se retroalimentan. Por un lado, la adquisición de experiencias puede lograrse a partir de la realización de distintas tareas que implican niveles crecientes de complejidad lo cual, en el caso de la industria manufacturera, podría aproximarse a través de procesos de rotación planificados orientados al logro de este tipo de objetivos. En este sentido, el carácter enriquecedor de los procesos de polivalencia estará condicionado por la aparición de nuevos conocimientos colectivos que generen una ampliación de los conocimientos individuales y a un potencial aumento en la complejidad de las tareas desarrolladas. La gestión de la polivalencia supone al menos tres actividades: a) determinar las capacidades o competencias requeridas por cada función productiva y los niveles de logro esperados; b) sistematizar dichas funciones en una matriz que permita “mapear” el capital humano de un área o sector y gestionar su desarrollo, y c) evaluar las competencias de manera periódica y decidir acciones que favorezcan que los trabajadores las adquieran o desarrollen. El análisis de la gestión de la polivalencia resulta útil para evaluar la implicación de la conducción en el desarrollo de las capacidades de los trabajadores y de los equipos.

Por otro lado, la adquisición de conocimientos y competencias específicos puede lograrse a partir de procesos de capacitación sobre conocimientos puntuales, que le permiten a la organización adquirir conocimientos que complementan los existentes en la empresa, al mismo tiempo que contribuye a reforzar y/o renovar la memoria organizacional con nuevos conocimientos, especialmente cuando este proceso de incorporación se produce a partir de la formación. También aporta flexibilidad para garantizar el desarrollo de las transformaciones necesarias para que la empresa pueda adaptarse a los contextos cambiantes en los que actúa a través del proceso de asimilación de conocimientos. Cuando el contexto cambia, la empresa puede no tener las competencias necesarias para acercarse al tipo de conocimiento que permite sostener y crear nuevas ventajas competitivas. En este sentido, la formación de los trabajadores a partir de procesos de capacitación es central para analizar, procesar e interpretar conocimiento externo (asimilar), así como también para explotarlo, esto es, para ponerlo en juego dentro de las operaciones de la empresa y desarrollar ventajas competitivas a partir de este conocimiento.

La cuarta dimensión evalúa la actitud de la firma en relación con la participación y el involucramiento de los trabajadores. Tal vez sea esta una de las dimensiones en las que cobra mayor importancia la vinculación entre las acciones de la empresa y de los empleados. Así, el análisis de esta dimensión incluye tanto la actitud de la empresa hacia la participación de los empleados –por ejemplo, la receptividad frente a las propuestas y los mecanismos e incentivos establecidos para la realización de sugerencias y la inclusión en equipos de mejora continua– como la propensión de los empleados a realizar aportes que permitan mejorar sus procesos de trabajo y cumplir los objetivos definidos por la firma.

Aunque con matices en su definición y en los elementos considerados, estas cuatro primeras dimensiones son similares a las abordadas por los trabajos anteriormente mencionados para dar cuenta de las distintas formas que puede asumir la organización del trabajo en las actividades manufactureras (Delfini *et al.*, 2010; Erbes *et al.*, 2008). Sin embargo, cuando de servicios se trata, Bosch y Lehndorff (2001) y Batt (1999, 2004) consideran algunos planos adicionales.

Así, una quinta dimensión que permite describir la forma en la que se organiza el trabajo en la producción de servicios es la flexibilidad. Dicha dimensión se adopta principalmente en términos funcionales, esto es, a partir de la capacidad con la que cuentan los trabajadores para desarrollar eficientemente distintas tareas en momentos específicos definidos por las necesidades de la organización y del mercado. Bosch y Lehndorff

(2001) señalan que la capacidad de una organización para adaptarse a condiciones y requerimientos cambiantes está íntimamente relacionada con la capacidad con la que cuentan los trabajadores para enfrentar estos mismos desafíos. En este sentido, la flexibilidad de la organización es, en parte, resultado de la flexibilidad de sus integrantes. Si bien estos autores reconocen la importancia de distintas fuentes de flexibilidad, a los fines de este trabajo interesa destacar aquella que puede lograrse a partir de los recursos con los que cuenta la organización (interna).

La sexta dimensión retomada es la del control, la cual se materializa en los dispositivos organizacionales desarrollados para garantizar el cumplimiento de los objetivos previstos por la empresa. En particular, es posible considerar la existencia de distintos esquemas que abarcan desde el seguimiento directo de la actividad de los trabajadores hasta mecanismos indirectos externos o de autocontrol, en los cuales lo que se busca garantizar es el logro de los objetivos a partir del involucramiento de los trabajadores, pero sin incidir directamente en la forma en la que estos desarrollan sus actividades.

La última dimensión analizada se refiere a las competencias requeridas a los trabajadores dada la estructura de puestos de trabajo predominante. En este marco, cobran particular importancia las calificaciones asociadas con el desarrollo de tareas específicas a cada puesto. Si bien esta es una dimensión relevante para el análisis de cualquier tipo de organización, en el caso de los servicios su importancia es aún mayor por la presencia de competencias comunicacionales y de interacción que complementan las técnicas. Por lo tanto, se configuran particularidades que se derivan de la presencia de capacidades que no siempre son requeridas para el desarrollo de las tareas en otras actividades productivas.

Los distintos rasgos que asumen las siete dimensiones presentadas hasta aquí se integran de distintas maneras para dar lugar a la emergencia de los distintos tipos organizacionales mencionados en los primeros párrafos de esta sección. Estas características se resumen en el cuadro 2.

Así, una organización del trabajo definida como taylorista en la producción de servicios asume, en términos generales, características similares a las evidenciadas por el mismo tipo de configuración en la industria manufacturera. Sus rasgos principales son la escasa autonomía de los trabajadores para definir sus actividades –incluso para priorizarlas– y la reducida interacción de conocimientos. Esta última es el resultado de esquemas individuales de trabajo en los que las actividades desarrolladas son muy específicas, los esquemas de rotación horaria están planificados y estipulados y no se desarrollan actividades

de capacitación más allá de las estrictamente asociadas con los procesos de inducción o para el desarrollo de capacidades generales. A su vez, los mecanismos generados por la organización para la promoción de la participación son nulos o poco significativos, lo cual se complementa con una actitud de los trabajadores que denota un escaso involucramiento con los objetivos de la empresa. La estandarización de las actividades desarrolladas se asocia con dos rasgos adicionales de este tipo de organizaciones. Por un lado, se requieren escasas competencias técnicas en la fuerza de trabajo empleada, aunque sí son relevantes las capacidades relacionales, especialmente para resolver las demandas de los usuarios del servicio. Por el otro, la forma de control predominante es la vinculada con el seguimiento directo de las actividades de los trabajadores, tanto en relación con el producto-servicio logrado como con la forma en la que este se produce o desarrolla.

En el otro extremo, las organizaciones denominadas formativas asumen los rasgos opuestos a los presentados por el grupo anterior. La elevada autonomía de los trabajadores para decidir sobre el proceso de trabajo se complementa con una estructura de la empresa que promueve la participación de los trabajadores a partir de una abierta recepción a la propuesta de mejoras y con un elevado compromiso de estos últimos con los objetivos de la firma. El proceso de trabajo se caracteriza por la presencia de equipos que inciden directamente en las actividades de producción, esto es, por equipos autogestionados en los que las decisiones orientadas a solucionar problemas se toman en el marco de la misma dinámica de trabajo. Además, los procesos de adquisición de experiencias y las competencias formales requeridas en el puesto de trabajo se complementan entre sí y favorecen el desarrollo profesional de los trabajadores. A su vez, se trata de organizaciones en las que existe un elevado nivel de flexibilidad activa que se deriva de las capacidades presentes en los trabajadores, especialmente las de adaptación funcional a las condiciones cambiantes del mercado y del entorno. Este esquema es posible dadas las habilidades técnicas, comunicacionales y de coordinación requeridas al personal que desarrolla sus actividades en este tipo de empresas. Como consecuencia de estas características, los esquemas de control predominantes son indirectos, dado que se asocian fundamentalmente con el cumplimiento de objetivos definidos por los mismos grupos de trabajo en concordancia con lo propuesto por la organización.

**Cuadro 2. Dimensiones y características de la organización del trabajo en servicios**

	<b>Taylorista</b>	<b>Híbrida</b>	<b>Formativa</b>
<b>Autonomía</b>	No toma decisiones sobre su proceso de trabajo.	Puede definir algunos aspectos asociados a su proceso de trabajo.	Organiza su proceso de trabajo.
<b>Equipos de trabajo</b>	Trabajo individual o en grupos formales.	Trabajo en equipo con relación indirecta con la producción.	Trabajo en equipo con relación directa con la producción.
<b>Adquisición de experiencias</b>	Ausencia de procesos de capacitación y de rotación entre puestos de distinta complejidad.	Rotación no planificada y procesos de capacitación limitados.	Rotación planificada entre actividades de distinta complejidad y capacitación planificada por la empresa.
<b>Participación e involucramiento</b>	No promovida por la empresa. Indiferencia del trabajador hacia los objetivos de la firma.	Medianamente promovida. Escaso involucramiento.	Promoción de la participación. Elevado involucramiento de los trabajadores.
<b>Flexibilidad</b>	Esquema de trabajo caracterizado por calificaciones y turnos preestablecidos.	Esquema de trabajo determinado por las demandas de mercado (pasiva).	Esquema de trabajo determinado por las capacidades y responsabilidades de los trabajadores (activa).
<b>Control</b>	Directo: control jerárquico.	Jerárquico: cumplimiento de objetivos.	Indirecto: cumplimiento de objetivos.
<b>Competencias predominantes en el puesto de trabajo</b>	Bajas técnicamente con cierto nivel de capacidades relacionales.	Altas técnicamente y con cierto nivel relacional.	Altas capacidades técnicas, relacionales (emocionales y de comunicación) y de coordinación.

Fuente: Elaboración propia a partir de Bosch y Lehndorff (2001), Batt (1999, 2004), Delfini *et al.* (2010) y Erbes *et al.* (2008).

Entre ambas modalidades se ubican formas organizativas híbridas que retoman ciertos aspectos presentes en cada una de las configuraciones anteriores o que surgen a partir de la adopción de situaciones intermedias entre los extremos planteados para cada una de las dimensiones. En particular, en su versión más simple, se consideran como híbridas aquellas organizaciones en las que los trabajadores cuentan con reducidos niveles de autonomía y tienen escasas posibilidades de participar en los procesos de toma de decisiones; existen equipos que deciden sobre el proceso de trabajo, pero no necesariamente tienen una vinculación directa con él y se observan procesos irregulares o no planificados de rotación del personal que permiten acceder a distintos tipos de competencias y experiencias. El tipo de flexibilidad predominante es la definida a partir de las condiciones y demandas del mercado, y entre las capacidades predominantes en los puestos de trabajo se destacan aquellas que son de carácter técnico en detrimento de las habilidades relacionales o vinculadas a la comunicación interna y externa de la organización. Al igual que en las organizaciones formativas, los esquemas de control se basan en el cumplimiento de objetivos, pero, a diferencia de estas, en este caso dichos objetivos son definidos por la organización y existe un fuerte seguimiento sobre la forma en la que estos se logran.

Tal como se deriva de las descripciones presentadas previamente, las dimensiones utilizadas para dar cuenta de los distintos tipos de organización del trabajo muestran fuertes interrelaciones. En primer lugar, los puestos de trabajo con un escaso desarrollo de competencias pueden vincularse con reducidos niveles de autonomía del trabajador. La ausencia de capacidades técnicas conduce a que las actividades del trabajador queden circunscriptas al desarrollo de una tarea en particular, lo cual incide también en sus posibilidades de rotar entre puestos de trabajo de distinta complejidad y limitan los procesos de adquisición de experiencias en el espacio de trabajo. En segundo lugar, las características diferenciales de los equipos de trabajo pueden asociarse también con sistemas de control específicos. Así, mientras que el trabajo desarrollado individualmente requiere un seguimiento preciso de procedimientos y de definición de objetivos, la presencia de equipos capaces de generar dinámicas propias y, por ende, de establecer objetivos productivos específicos da lugar a la implementación de mecanismos cercanos a la autorregulación o el autocontrol. En tercer lugar, los puestos de trabajo que no requieren habilidades técnicas o comunicacionales específicas de los trabajadores y las estructuras en las que estos desarrollan sistemáticamente las mismas actividades (sin rotación) se corresponden con la inexistencia de los distintos tipos de flexibilidad considerados dado que, en estos casos, lo importante es la capacidad del

trabajador para mejorar la eficiencia de su tarea antes que su idoneidad para desarrollar diferentes actividades.

En síntesis, no solamente las características específicas que adquiere cada una de las dimensiones propuestas, sino la forma en la que estas se relacionan entre sí, configuran formas de organización del trabajo que facilitan, en mayor o menor medida, el desarrollo de procesos de aprendizaje y de circulación y producción de conocimientos dentro de las organizaciones. En este sentido, es esperable que esquemas cercanos a la organización formativa promuevan este tipo de procesos en mayor medida que las formas tayloristas o incluso las híbridas. Esto es así porque la dinámica del trabajo en equipos, de los procesos de adquisición de experiencias, de los sistemas de participación e involucramiento, de la flexibilidad, de los esquemas de control y de competencias requeridas en los puestos de trabajo que se presentan en las organizaciones permiten la interacción y el intercambio de conocimientos que dan lugar a procesos virtuosos de producción y desarrollo de capacidades organizacionales.

### **Una aproximación a la medición de la organización del trabajo en servicios en la Argentina**

En el apartado anterior se describieron las dimensiones que se consideran relevantes para el análisis de la organización del trabajo en servicios a partir del marco teórico considerado y de la experiencia del trabajo empírico realizado en la industria manufacturera.

A fin de captar las dimensiones mencionadas, se construyeron distintos indicadores teniendo en cuenta los datos de la Encuesta a Trabajadores de Empresas (ETE) realizada por el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTEySS)<sup>7</sup> en la Argentina. De dicha base se seleccionaron 1991 trabajadores de empresas que respondieron un formulario ampliado y que desarrollan sus actividades en firmas de tres tipos de servicios:<sup>8</sup> transporte,

7 La ETE se realizó a través de una muestra probabilística de trabajadores en empresas registradas. La muestra se obtuvo a partir de los registros administrativos de la Seguridad Social (SIPA). Para el diseño de la muestra, se tomó en cuenta la composición del universo según rama de actividad y estratos de tamaño de las empresas, calificación y sexo de los trabajadores. Los resultados obtenidos fueron ponderados por esas variables. La muestra estuvo compuesta por 7815 trabajadores y se visitaron 1300 empresas. Esta muestra es representativa de los 2.170.000 de trabajadores localizados en el Gran Buenos Aires y en las ciudades de Córdoba, Rosario, Mendoza y Tucumán, en empresas privadas de diez y más ocupados. Las encuestas se realizaron dentro del lugar de trabajo para lo que se solicitó el acuerdo de las empresas. [www.trabajo.gob.ar](http://www.trabajo.gob.ar).

8 Cabe aclarar que las ramas de la base de datos que han sido seleccionadas fueron las que incluyen la producción servicios. Siguiendo este criterio, no se consideraron

almacenaje y comunicaciones (23%), servicios financieros y a empresas (29%) y servicios sociales y comunales (48%).

Si bien la información disponible en la encuesta no permite considerar la totalidad de las dimensiones relevantes mencionadas en el punto anterior, sí es posible aproximarse al estudio de las distintas formas que puede asumir la organización del trabajo en los servicios. En este sentido, es necesario destacar que el análisis de estos indicadores y de la relación que se da entre los valores asumidos por ellos, en este caso particular, servirá como una primera aproximación para el estudio de este sector que presenta, a su vez, amplia heterogeneidad entre las diversas actividades que lo conforman.

Para dar cuenta de las distintas características que puede asumir la organización del trabajo en servicios, se realizó un análisis factorial de correspondencias múltiples (AFCM). Esta técnica permite estudiar las asociaciones existentes entre las diferentes categorías que constituyen las dimensiones asumidas por la organización del trabajo y realizar una clasificación similar a la presentada en términos teóricos. A partir del AFCM se analizan todas las asociaciones existentes entre las diferentes modalidades de las variables que componen una matriz de datos y, de esta manera, se obtiene un conjunto de clases compuestas por trabajadores que presentan una alta homogeneidad intragrupo y una elevada heterogeneidad extragrupo. Este método opera mediante la reducción de la dimensionalidad del fenómeno estudiado conformando ejes factoriales cuya determinación permite concentrar el análisis en las variables y modalidades que más aportan a la explicación de la problemática abordada (Roitter, 1991; Crivisqui, 1993).

Tomando la información de la totalidad de los ejes factoriales del AFCM se realizó el análisis de cluster y, como resultado de ello, se obtuvieron cuatro diferentes grupos de individuos con características similares. Esto es así porque los grupos resultantes se conforman con los individuos que son más cercanos en términos de las distancias euclidianas calculadas con sus coordenadas de posicionamiento en relación con todos los ejes factoriales.<sup>9</sup>

---

las ramas correspondientes al sector industrial ni aquellas que representan actividades tales como: electricidad, gas y agua, construcción y comercios, restaurantes y hoteles.

<sup>9</sup> Una de las principales ventajas de esta metodología es que realiza una clasificación puramente empírica sin supuestos teóricos a priori. De esta manera, la clasificación resultante se obtiene a partir del procedimiento estadístico del análisis de correspondencias múltiples entre las distintas categorías de las variables incluidas en el análisis (Fernández Macías, 2004). A su vez, este método presenta dos ventajas adicionales con respecto a la construcción "manual" de los grupos. En primer lugar, incluye a todos los individuos para los cuales pueda estimarse al menos uno de los indicadores considerados como variables activas. De esta manera, ninguno queda sin incluir en alguno de los grupos conformados.

Las variables activas que se consideraron para la realización del análisis factorial de correspondencias múltiples, que luego permiten la constitución de los grupos de trabajadores son las referidas a: a) forma de adquisición de experiencia de los trabajadores; b) grado de autonomía en el desarrollo de sus actividades; c) flexibilidad de la jornada laboral; y d) tipo de control sobre las tareas. Todas estas variables podrán asumir tres valores que, en orden ascendente, muestran niveles crecientes de adquisición de experiencias, autonomía, flexibilidad y autocontrol, respectivamente.

Por su parte, se toman como ilustrativas diversas variables asociadas a la firma en que se desempeña el trabajador (tamaño y subsector de actividad), a los rasgos estructurales del puesto de trabajo (calificación de la tarea y categoría ocupacional) y a las características socioeconómicas del trabajador entrevistado (género, edad y nivel educativo).

Las características generales de los trabajadores encuestados se desprenden del análisis de las categorías de cada una de las variables ilustrativas consideradas en tabla 1. En este marco, la muestra representa en partes aproximadamente iguales al género masculino y femenino, con predominio de personas en un rango de edad de 25 a 35 años (42%) y 36 a 49 años (33%). En casi la mitad de los casos, los trabajadores cumplen funciones en empresas grandes (42%) y el resto se distribuye entre empresas medianas (34%) y pequeñas (24%). La categoría ocupacional está mayoritariamente representada por dos grupos; en primer lugar, por el personal que se desempeña en puestos de gestión para la prestación de servicios administrativos, jurídicos, informáticos, presupuestarios y financieros (48%) y, en segundo lugar, por quienes se dedican a las actividades de producción de servicios (49%). El personal directivo representa un 3%. En cuanto al nivel de calificaciones, prevalece el personal operativo (59%) y existe una baja participación de profesionales (8%). Esta característica está en línea con el nivel educativo alcanzado por los trabajadores dado que se observa un reducido nivel de formación universitaria (17%), aunque el grupo más representativo está conformado por universitarios incompletos (26%). Los niveles de formación baja o media están representados por trabajadores con estudios secundarios incompletos (18%) y secundarios y terciarios completos (19 y 13% respectivamente).

---

En segundo lugar, se trata de una técnica que minimiza la manipulación de los datos y, en este sentido, aporta mayor objetividad a la construcción. Para interpretar correctamente los resultados del análisis de cluster, debe tenerse en cuenta que las modalidades de las variables que se encuentran asociadas a un determinado grupo indican que los individuos con esa característica tienen una representación en el grupo que es superior (significativamente) a la que tienen en el total de la muestra, lo cual no necesariamente implica que todos los trabajadores de dicho grupo presenten esa característica.

Tabla 1. Características de los trabajadores encuestados

Variables ilustrativas		Categorías	Porcentaje	
Asociadas a las características de la firma	Tamaño de la empresa	Hasta 50 empleados	24	
		De 51 a 200 empleados	34	
		De 201 o más empleados	42	
		<b>Total</b>	<b>100</b>	
	Rama de actividad	Transporte, almacenaje y comunicaciones	23	
		Servicios financieros y a empresas	29	
		Servicios sociales y comunales	48	
		<b>Total</b>	<b>100</b>	
	Asociadas a los rasgos estructurales del puesto de trabajo	Calificación de la tarea	Profesional	8
			Técnico	23
Operativo			59	
No calificado			10	
<b>Total</b>			<b>100</b>	
Categoría ocupacional		Directivos	3	
		Personal de gestión	48	
		Personal de producción de servicios	49	
		<b>Total</b>	<b>100</b>	
Características sociodemográficas del trabajador		Sexo	Masculino	51
	Femenino		49	
	<b>Total</b>		<b>100</b>	
	Nivel educativo	Hasta secundario incompleto	18	
		Secundario completo	19	
		Terciario incompleto	6	
		Terciario completo	13	
		Universitario incompleto	27	
		Universitario completo	17	
	<b>Total</b>	<b>100</b>		
	Edad	18 a 24 años	9	
		25 a 35 años	42	
		36 a 49 años	33	
		50 a 59 años	13	
		60 y más años	3	
		<b>Total</b>	<b>100</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta a Trabajadores de Empresas (ETE). Subsecretaría de Programación Técnica y Estudios Laborales del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTEySS). Año 2005.

Dadas las restricciones de información, para realizar el AFCM se tomaron cuatro variables activas con el objetivo de establecer las relaciones existentes entre las distintas dimensiones incluidas en la caracterización de las formas de organización del trabajo. En la tabla 2 se presenta cada uno de los indicadores construidos con sus respectivas categorías y la frecuencia estimada de estas.

La primera de las dimensiones consideradas es la forma de adquisición de experiencia por parte del trabajador y se construye a partir de la respuesta a las preguntas referidas a la realización de cursos de capacitación relacionados con su trabajo durante el último año. El nivel más bajo del indicador corresponde al caso en que el trabajador no realizó cursos de capacitación. En el otro extremo, el nivel tres del indicador se da cuando el trabajador realizó al menos un curso de capacitación dirigido a todos los trabajadores de la empresa y dictado por la empresa. Luego, el nivel intermedio del indicador se asigna a aquellos casos en que, si bien el trabajador realizó algún curso de capacitación, este fue dirigido solo a él o a los trabajadores de su sector o si, aun habiendo sido extensivo a todos los trabajadores, lo hubiera dictado una organización externa.

El grado de autonomía con que cuenta el trabajador para el desarrollo de su actividad surge al considerar la posibilidad que tiene de organizar y planificar sus tareas. De esta manera, el nivel más bajo corresponde al caso en que el empleado no tiene nunca esta posibilidad; el nivel intermedio se da cuando solo a veces puede hacerlo y el nivel más alto cuando el entrevistado afirma que siempre cuenta con autonomía para realizar esta planificación.

La tercera variable, “Flexibilidad de la jornada laboral”, intenta captar la mayor o menor disponibilidad horaria por parte del trabajador hacia la empresa combinada con la discrecionalidad que tiene el empleado para el manejo de este tiempo de actividad. En este caso, el valor más bajo de la variable se asigna en aquellos casos en los que los empleados no pueden realizar pausas durante la jornada laboral, cualquiera sea la duración de dicha jornada, y también cuando se desempeñan en jornadas de menos de 40 horas semanales en las que las pausas están estipuladas por la empresa. El nivel intermedio corresponde a aquellas situaciones en las que se combinan más de 40 horas por semana en las que la empresa estipula las pausas, o aquellas en las que, si bien no se supera esta duración es el trabajador quien define las pausas. Por último, el mayor grado de flexibilidad horaria se da cuando la jornada excede las 40 horas semanales y cuando es el trabajador quien define las pausas de acuerdo con su trabajo.

Finalmente, la variable referida al “Control”, que intenta reflejar la manera en que se llevan a cabo los proceso de seguimiento de la actividad del empleado, solo ha podido captarse de una forma aproximada considerando la pregunta referida a quién impone el ritmo de trabajo del entrevistado. Esta variable asume el valor uno cuando el ritmo de trabajo es impuesto por controles de la autoridad jerárquica; el nivel intermedio cuando su ritmo está determinado, ya sea por el ritmo de otros trabajadores, por topes o normas de producción o por la demanda de los clientes. Luego, el valor más alto de la variable se asigna cuando es el trabajador quien establece su propio ritmo.

Tabla 2. Frecuencias de las variables activas utilizadas en el AFCM

Dimensiones/ Variables	Categorías	Observaciones	Porcentaje
<b>Autonomía</b>	Autonomía baja	299	15
	Autonomía media	438	22
	Autonomía alta	1254	63
<b>Adquisición de experiencias</b>	Adquisición de experiencias baja	1079	54
	Adquisición de experiencias media	725	37
	Adquisición de experiencias alta	187	9
<b>Flexibilidad</b>	Flexibilidad baja	380	19
	Flexibilidad media	950	48
	Flexibilidad alta	661	33
<b>Control</b>	Control jerárquico	816	41
	Control externo	538	27
	Autocontrol	637	32
Número de observaciones usado en el AFCM		1991	

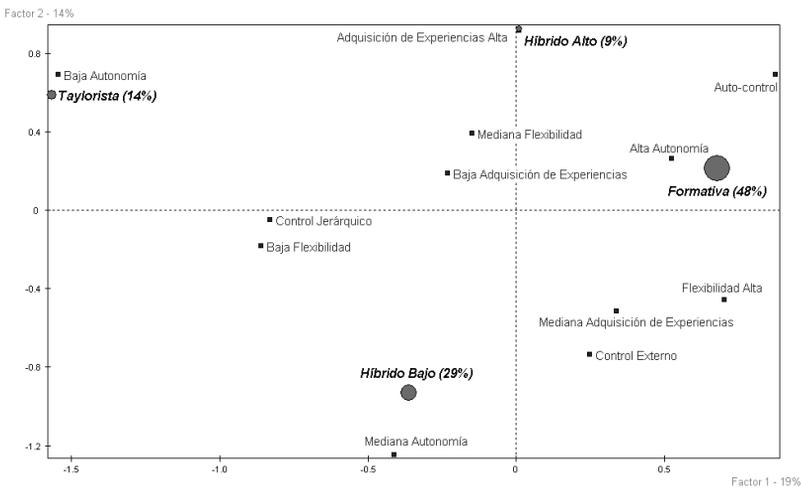
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta a Trabajadores de Empresas (ETE). Subsecretaría de Programación Técnica y Estudios Laborales del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTEySS). Año 2005

El histograma de los primeros diez factores muestra una gran importancia de los dos primeros para resumir la información contenida en las variables originales. En este marco, mientras que el primero de los factores sintetiza el 19% de la información existente en las cuatro variables originales consideradas para realizar el AFCM, el segundo factor da cuenta de

un 14% adicional. De esta manera, en conjunto, estos dos factores explican el 33% de la variabilidad total.

La caracterización de estos dos primeros factores puede realizarse a partir de las relaciones existentes entre cada uno de ellos y las variables activas que dieron origen a su conformación. Estas relaciones se observan en el gráfico 1.

Gráfico 1. Modalidades activas y cluster



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ETE, MTEySS de Argentina, 2005.

Así, el primero de los ejes (abscisas) se caracteriza en sus coordenadas negativas por reducidos niveles de autonomía que se traducen en la imposibilidad de los trabajadores de organizar y planificar sus tareas. A su vez, sobresalen esquemas de control jerárquicos, en los que los ritmos de trabajo son impuestos íntegramente por los mandos medios y los gerentes. También la flexibilidad contribuye a explicar la conformación de este factor, en cuyas coordenadas negativas se observan, además, fuertes restricciones de los trabajadores para realizar pausas en su jornada laboral, o pueden realizarlas de acuerdo con lo establecido por la empresa. Como consecuencia de lo anterior, las elevadas contribuciones a las coordenadas negativas de este factor están relacionadas con formas de organizar el trabajo en las que el empleado enfrenta una rutina fuertemente con-

trolada y pautada. En el extremo positivo, se destacan las características opuestas asociadas a estas tres dimensiones. A su vez, entre las variables ilustrativas que mejor describen este factor, se encuentran los reducidos niveles educativos y las bajas edades de los trabajadores representados en la parte negativa, puestos de trabajo caracterizados por la ausencia de calificaciones y la realización de actividades de producción, en firmas de tamaño medio dedicadas a los servicios sociales y de salud, y con una escasa predisposición a la participación de los trabajadores.

Por su parte, el segundo de los ejes factoriales (ordenadas) se define, en la parte negativa, fundamentalmente a partir de los niveles medios de autonomía, lo cual implica que, en ciertas ocasiones, los trabajadores pueden organizar y planificar su proceso de trabajo. Le siguen en importancia formas de control impuestas, ya sea a través de la demanda o de las máquinas o ritmos de otros trabajadores, y por procesos de adquisición de experiencias caracterizados por cursos de capacitación acotados en su extensión o dictados por agentes externos a la empresa. Positivamente, este eje se caracteriza por elevados niveles de control (autocontrol). Las variables ilustrativas más relevantes en la parte positiva destacan la mayor presencia relativa de los trabajadores más jóvenes, con niveles educativos que alcanzan el universitario incompleto y que se desempeñan en actividades auxiliares a las de producción, en empresas entre las que sobresalen las de servicios financieros y que tienen una actitud medianamente abierta hacia la participación de los empleados.

El gráfico 1 también presenta la posición relativa de cada cluster en términos de los dos ejes factoriales definidos a partir de las cuatro variables activas consideradas. El tamaño de cada uno de los círculos representa la proporción relativa de trabajadores incluidos en cada grupo. Cuanto más cercana se encuentra la categoría de una dimensión a la posición de alguno de los cluster, más importante resulta esta para la caracterización de ese grupo. Como consecuencia de ello, cada uno de estos grupos está caracterizado por un conjunto de categorías correspondientes a las variables activas, lo cual implica que estas categorías están sobrerrepresentadas en el cluster en comparación con el total de la muestra.

Estos cuatro grupos fueron nominados de acuerdo con las características predominantes en cada uno de ellos, y según la similitud entre las categorías sobrerrepresentadas en ellos y las dimensiones definidas en la propuesta metodológica de este estudio. Al respecto, cabe destacar que, si bien pudieron identificarse dos niveles extremos, asociados a las formas de organización llamadas tayloristas (14% de los casos) y formativa (48%), respectivamente, se captaron también dos niveles intermedios

o híbridos (29 y 9% calificados como bajo y alto respectivamente) que adoptan diversos rasgos de los que se esperaba encontrar de acuerdo con la propuesta metodológica.

La tabla siguiente muestra, en primer lugar, el porcentaje de casos presentes en cada grupo para luego destacar aquellos aspectos que, con un alto nivel de significación, caracterizan cada una de las clases.

Tabla 3. Trabajadores estudiados según variables activas del análisis de cluster (en porcentaje dentro del cluster)

Indicador	Categorías	Cluster				Promedio
		Taylorista	Híbrido bajo	Híbrido alto	Formativo	
	Porcentaje	14	29	9	48	100
Autonomía	Baja	100*	0 (-*)	17	0 (-*)	15
	Media	0 (-*)	69*	19	0 (-*)	22
	Alta	0 (-*)	31 (-*)	64	100*	63
Control	Jerárquico	71*	51*	40	27 (-*)	41
	Indirecto	22	27	26	28	27
	Autocontrol	7 (-*)	21	34	45*	32
Adquisición de experiencias	No adquirió	73*	59*	0 (-*)	56	54
	Intermedio	27 (-*)	41*	0 (-*)	44*	36
	Alto	0	0	100*	0 (-*)	9
Flexibilidad	No flexible	32*	44*	19	0 (-*)	19
	Flexible limitado	55*	32 (-*)	51	54*	48
	Altamente flexible	13 (-*)	24 (-*)	30	46*	33

Nota: \* test Z significativo al 1%. Cuando se trate de una subrepresentación, el signo de significatividad estará acompañado por el signo (-).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ETE.

Se observa en la tabla que el grupo que nuclea al 14% de los trabajadores clasificados en las organizaciones “tayloristas” se caracteriza por la sobrerrepresentación de los niveles asociados a una mayor rigidez para todos los indicadores considerados. Así, la totalidad de quienes integran

este grupo se distinguen por la ausencia de autonomía que se manifiesta en la imposibilidad de participar en actividades de planificación de sus actividades (100% versus 15% en la media). A su vez, un porcentaje significativamente alto se enfrenta a jornadas laborales rígidas o poco flexibles durante las cuales no pueden realizar pausas o, si las pueden realizar, estas son pautadas por la empresa. Esto último se refleja en que un 87% de los trabajadores son clasificados en la categoría de no flexible o de flexibilidad limitada, frente a un promedio de 67% que se desempeña de esta manera en la muestra. También es llamativa la gran proporción de integrantes de esta clase que enfrentan formas de control jerárquico directo (71% versus 41% del promedio) y que no adquirieron experiencia a través de cursos de capacitación organizados por la empresa durante el último año (73% versus 54%).

En el otro extremo, un grupo mayoritario de trabajadores (48%) desarrolla su actividad con altos niveles de responsabilidad y se caracteriza preponderantemente por categorías asociadas a las organizaciones “formativas” definidas en la metodología y que son características de un número significativo de actividades de servicios. De hecho, la totalidad de los integrantes de esta clase se desenvuelve autónomamente, frente a un 63% que lo hace de esta manera en la muestra. A su vez, estos trabajadores cuentan con un nivel medio o elevado de flexibilidad, referido a la capacidad de fijar las pausas en su actividad de acuerdo con los requerimientos de trabajo en jornadas extensas que van más allá de las 40 horas semanales (46% versus 33% en la media) o a los casos en que aun en jornadas más reducidas también pueden manejar el ritmo (54% versus 48%). Existe también en este grupo un claro predominio relativo de autocontrol sobre las actividades realizadas (45% versus 32%), y solo un aspecto puede señalarse por su diferencia con respecto a lo esperado a partir del marco teórico desarrollado: los niveles de adquisición de experiencia característicos de este grupo son los definidos como intermedios (44% versus 36%) y no los altos. Así, el grupo de trabajadores de esta clase que dijo haber participado de cursos de capacitación durante el año anterior sostuvo que estos no fueron dirigidos a todo el personal de la empresa, sino sobre todo a trabajadores de su sector, y que no fueron dictados por la empresa sino por consultoras o por empresas proveedoras, entre otros. Esta característica podría asociarse a la tendencia existente en las actividades más modernas de servicios hacia una capacitación de carácter específico más que sistemático, tal como se menciona en la tercera sección de este trabajo.

Un tercer grupo es el que ha sido llamado “híbrido bajo”, que sobresale por la presencia de un nivel medio de autonomía, es decir que tienen

capacidad para planificar su actividad solo en algunos casos (69% versus 22%), por la imposibilidad de realizar pausas durante su trabajo, o porque en los casos en que se desarrollan jornadas breves de trabajo, las pausas están pautadas por la empresa. Adicionalmente, la forma de control pre-valeciente es la jerárquica directa (51% versus 41%) y mayoritariamente no han realizado cursos durante el último año (59% versus 36%).

Finalmente, solo una característica destaca al cuarto grupo, “híbrido alto”, y es que la totalidad de sus miembros se ubica en el mayor nivel del indicador de adquisición de experiencias, el cual implica que, al menos una de las capacitaciones recibidas durante el último año se realizó para todos los trabajadores de su empresa y fue dictada por la misma firma. En lo referente a los otros tres indicadores, autonomía, flexibilidad y control, las proporciones de casos presentes en este cluster coinciden con las observadas para el promedio de los trabajadores.

Algunas apreciaciones de interés surgen al considerar las categorías de las variables ilustrativas incluidas en el análisis, lo que se comenta a continuación para complementar la descripción de cada uno de los cluster identificados.

En cuanto al grupo “taylorista”, tiene una mayor representación de trabajadores empleados en las actividades de transporte, almacenaje y comunicaciones y nuclea una mayor proporción de hombres dedicados a actividades de producción y comercialización con niveles de educación secundaria incompleta o menos y considerados personal no calificado en cuanto a su categoría ocupacional. Esta clase se distingue, además, porque un porcentaje significativamente alto dice que no realizó propuestas de cambio en la empresa o que, cuando lo hizo, la empresa tuvo una actitud cerrada hacia ellas, y porque trabajan de noche y tienen solo un día franco por semana.

En el otro extremo, el cluster “formativo” está constituido por una mayor proporción relativa de trabajadores que se desempeñan en empresas con más de 200 ocupados. Sobresalen, además, por la mayor presencia de profesionales, de personal dedicado a la gestión (administrativa y presupuestaria) y de directivos. La mayoría cuenta con dos días de franco por semana, no trabaja nunca de noche y tiene un mayor porcentaje de personal efectivo en relación con la media.

El cluster “híbrido bajo”, por su parte, incluye una proporción relativamente mayor de mujeres dedicadas a actividades de servicios sociales y comunales, que se desempeñan en instituciones medianas (entre 51 y 200 ocupados) y que, si bien encuentran una actitud medianamente receptiva por parte de la empresa, no tienden a proponer cambios. A su vez, existe en este grupo una sobrerrepresentación de jóvenes de 18 a 24 años y de

técnicos. En esta clase se da, también, una mayor proporción relativa empleada bajo contratos por tiempo determinado.

Por último, el grupo denominado “híbrido alto” se destaca por la sobrerrepresentación de empleados en la producción y comercialización de servicios financieros, también en empresas predominantemente grandes.

## Reflexiones finales

Este trabajo desarrolla una metodología que permite caracterizar distintas formas de organización del trabajo en servicios. Para ello, se parte de trabajos similares relacionados con la industria manufacturera, así como de distintos aportes realizados a nivel internacional sobre el estudio del sector servicios, en general, y sobre la organización del trabajo en estas actividades, en particular.

Dicha metodología se basa en la identificación de un conjunto de dimensiones que son relevantes para dar cuenta de distintos tipos de organización del trabajo. Si bien algunas de estas dimensiones ya estaban presentes en la configuración de las formas típicas de la industria manufacturera –autonomía, equipos de trabajo y adquisición de experiencias–, otras cobran particular importancia cuando se analiza el sector servicios. En particular, la revisión de la literatura internacional pone de manifiesto la necesidad de considerar los mecanismos de participación e involucramiento del personal, la flexibilidad en el desarrollo de las tareas, los sistemas de control y el tipo de competencias predominantes en los puestos de trabajo, como elementos clave para establecer los distintos tipos de organización del trabajo en servicios.

A partir de las relaciones entre estas dimensiones, es posible distinguir distintas formas de organizar el trabajo en los servicios. Si bien los tipos resultantes son similares a los obtenidos en los análisis sobre la industria manufacturera –taylorista, híbrido y formativo–, adquieren nuevos rasgos que son específicos a la producción generada por este sector.

En el caso particular de la Argentina, cuando se aplica este esquema analítico a los trabajadores registrados, pueden identificarse cuatro grupos que se ajustan a las formas de organización del trabajo definidas en términos teóricos. Mientras que los tipos taylorista y formativo se definen claramente a partir de sus rasgos contrapuestos, aparecen otros dos grupos cuyas características se condicen con el híbrido. Si bien estos últimos se ubican en una situación intermedia con respecto a los dos anteriores, se diferencian entre sí por los rasgos que asumen las dimensiones consideradas como variables activas en el análisis de cluster.

Cuando se toman las distintas ramas de actividad incluidas en este sector, se observan algunas diferencias interesantes en términos de las formas de organización del trabajo predominantes. Así, entre las actividades de transporte, almacenaje y comunicaciones se destaca la presencia de una organización de tipo taylorista, mientras que entre los servicios sociales y comunales sobresale la presencia del esquema híbrido-bajo y entre las de servicios financieros, la del híbrido-alto.

Por su parte, las organizaciones formativas no aparecen vinculadas a ninguna de las actividades de servicios analizadas, lo cual podría estar evidenciando que este tipo de organización del trabajo no es privativo de una única actividad. Por el contrario, se trataría de un esquema que puede ser reproducido en diferentes subsectores cuando se presentan ciertos rasgos estructurales de las firmas y de los puestos de trabajo, y ciertas características sociodemográficas de los trabajadores. En este marco, este tipo de organización se presenta como típico de las empresas de mayor tamaño relativo y de los profesionales que se desempeñan en categorías ocupacionales vinculadas a la gestión o a la dirección.

Pese a la relevancia del análisis realizado, existe un conjunto de cuestiones que limitan no solo la contrastación empírica, sino también la generalización del esquema metodológico propuesto.

En primer lugar, en lo que respecta al planteo metodológico, tanto la velocidad con la cual se reconfigura este sector como la heterogeneidad resultante de la gran cantidad de actividades incluidas en él condicionan las posibilidades de desarrollar tipologías generales.

En segundo lugar, el análisis presentado está limitado por la disponibilidad de información. Tal como se observa en la cuarta sección de este trabajo, los datos existentes en una de las fuentes de información más completas sobre organización del trabajo y relaciones laborales de los trabajadores argentinos resultan insuficientes para dar cuenta de todas las dimensiones que deberían considerarse para abordar la dinámica organizacional de los procesos de aprendizaje en la firma. En particular, dimensiones tales como participación e involucramiento, competencias requeridas en los puestos de trabajo y equipos de trabajo no han podido ser mensuradas, mientras que otras dimensiones solamente han sido abordadas parcialmente. Hasta el momento, no se dispone de bases de datos que permitan evaluar estas cuestiones tomando como unidad de análisis las empresas.

La interacción entre estas limitaciones evidencia la necesidad de desarrollar relevamientos específicos que sean capaces de mejorar la captación de información sobre las diferentes dimensiones y, por lo tanto, de poner a prueba el desarrollo metodológico presentado en este trabajo.

## Bibliografía

- Antunes, R. (2006). *Riqueza e miseria do trabalho no Brasil*, San Pablo: Boitempo.
- Arocena, R. (1996). “Los pequeños países periféricos ante la revolución tecnológica: un marco preliminar para la discusión del tema”, *Revista de Ciencias Sociales*, n° 12, Montevideo: Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República.
- Arundel, A.; Lorenz, E.; Lundvall, B. y Valeyre, A. (2003). “How Europe’s economies learn: A comparison of work organization and innovation mode for the EU-15”, *Industrial and Corporate Change*, vol. 16, n° 6, 1175-1210.
- Batt, R. (1999). “Work organization, technology, and performance in customer service and sales”, *Industrial and Labor Relations Review*, vol. 52, n° 4, julio, Cornell University.
- Batt, R. (2004). “Who benefits from teams? Comparing workers, supervisors, and managers”, *Industrial Relations*, vol. 43, n° 1, enero, Blackwell.
- Bosch, G. y Lehdorff, S. (2001). “New forms of employment and working time in the service economy”, *Final Report*, TSER Programme of European Commission, Directorate General for Science, Research and Development. Institut Arbeit und Technik (IAT), Alemania.
- Burawoy, M. (1989). “El consentimiento en la producción”, Madrid: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- Chase, R. (1978). “Where does the customer fit in a service operation?”, *Harvard Business Review*, vol. 56, n° 6, 137-142.
- Crivisqui, E. (1993). *Análisis factorial de correspondencias*, Asunción: Ed. del Laboratorio de Informática de la Universidad Católica de Asunción.
- Cummings, T. (1978). “Self-regulation work groups: A socio-technical synthesis”, *Academy of Management Review*, vol. 3, n° 4, julio, 625-634.
- Delfini, M.; Pujol, A. y Roitter, S. (2010). “Impacto de la organización del trabajo en los procesos formativos del sector automotriz argentino”, *Revista Venezolana de Gerencia*, año 15, n° 49, enero-marzo, Universidad de Zulia.
- Dormann, C. y Zijlstra, F.R.H. (2003). “Call centres: High on technology-high on emotions”, *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 2003, 12 (4), 305-310.

- Edwards, R. (1979). *Contested terrain. The transformation of the workplace in the twentieth century*, Londres: Heinemann.
- Erbes, A.; Roitter, S. y Delfini, M. (2008). “Conocimiento, organización del trabajo y empleo en tramas productivas”, *Revista del Trabajo Nueva Época*, año 4, n° 5, Buenos Aires: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación.
- Erbes, A.; Roitter, S. y Delfini, M. (2009). “Organización del trabajo e innovación: un estudio comparativo entre tramas productivas argentinas”, Sexto Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología del Trabajo (ALAST), México, mayo.
- Felstead, A.; Jewson, N.; Phizacklea, A. y Walters, S. (2002). “The option to work at home: another privilege for the favoured few?”, *New Technology, Work and Employment*, 17:3, Blackwell.
- Fernández Macías, E. (2004). “Nuevos tiempos de trabajo y calidad del empleo”, en *Nuevos tiempos de actividad y empleo*, Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Friedman, A. (1977). *Industry and labour. Class struggle at work and monopoly capitalism*, Londres: Macmillan.
- Gore, E. (2003). *Conocimiento colectivo. La formación en el trabajo y la generación de capacidades colectivas*, Buenos Aires: Granica.
- Gorjup, M.T.; Vlaverde, M. y Ryan, G. (2009). “In search of job quality in call centres”, *Personnel Review*, vol. 38, n° 3, 253-269. Emerald Group.
- Green, F. (2006). *Demanding work: The paradox of job quality in the affluent economy*, Woodstock: Princeton University Press.
- Grimshaw, D.; Beynon, H.; Rubery, J. y Ward, K. (2002). “The restructuring of career paths in large service sector organizations: ‘Delaying’, upskilling and polarisation”, *The Sociological Review*, 50(1).
- De Grip, A.; Sieben, I. y Van Jaarsveld, D. (2006). “Labour market segmentation revisited: A study of the Dutch call centre sector”, ROA-W-2006/8E. Research Centre for Education and the Labour Market, Faculty of Economics and Business Administration Maastricht University.
- Harteis, C. (2003). “La organización autoformativa desde la perspectiva de sus empleados”, *Revista Europea de Formación Profesional*, n° 29, 18-28, París: Cedefop.

- Levitt, T. (1972). "Production line approach to services", *Harvard Business Review*, vol. 50, septiembre-octubre, 41-52.
- Lorenz, E. y Valeyre, A. (2005). "Organisational innovation, human resource management and labour market structure: A comparison of the EU-15", *Journal of Industrial Relations*, vol. 47, n° 4, diciembre, 424-442, Sídney: SAGE.
- Lundvall, B. Å. (2003). "¿Por qué la nueva economía es una economía del conocimiento?", en Boscherini, F.; Novick, M. y Yoguel, G. (eds.), *Nuevas tecnologías de información y comunicación: los límites en la economía del conocimiento*, Madrid-Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Mallet, L. (1995). Organización formativa, coordinación y motivación, *Revista Europea de Formación Profesional*, n° 5, 11-17, París: Cedefop.
- Méhaut, P. (1994). Transformaciones organizativas y políticas de formación: ¿cuáles son las lógicas de las competencias?, *Revista Europea de Formación Profesional*, n° 1, 56-64, París: Cedefop.
- Mello e Silva, L. (2004). *Trabalho em grupo e sociabilidade privada*, San Pablo: Editora 34.
- Mertens, L. (2002). *Formación, productividad y competencia laboral en las organizaciones*, Montevideo, OIT. Centro Interamericano de Investigación y Documentación sobre Formación Profesional.
- Miozzo, M. y Ramírez, M. (2003). "Services innovation and the transformation of work: The case of UK telecommunications", *New Technology, Work and Employment* 18:1, Blackwell.
- Montero Leite, E. (1996). *El rescate de la calificación*, Montevideo: CINTERFOR.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Harvard University Press.
- Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimientos. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de innovación*, México: Oxford.
- Pearce, J. y Ravlin, E. (1987). "The design and activation of self-regulating work groups", *Human Relations*, vol. 40, n° 11, 751-781.
- Ramírez, M. (2004). "Innovation, networks services and the restructuring of work organization in customer services", *The Service Industries Journal*, vol. 24, n° 1, 99-115, Londres: Frank Cass.

- Roitter, S. (1991). “Análisis factorial de correspondencias múltiples”, mimeo, Universidad Nacional de Córdoba.
- Roitter, S.; Erbes, A.; Yoguel, G.; Delfini, M. y Pujol, A. (2008). “Competencias endógenas y vinculaciones en agentes pertenecientes a las tramas productivas automotriz y siderúrgica”, *Revista Economía: Teoría y Práctica*, n° 26, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, 69-118.
- Zarifian, P. (1995). La organización autoformativa y el modelo de competencias: ¿qué motivos?, ¿qué aprendizajes?, *Revista Europea de Formación Profesional*, n° 5, 5-10, París: Cedefop.
- Zarifian, P. (1996). *Travail et communication. Essai sociologique sur le travail dans la grande entreprise industrielle*, París: PUF.

# El proceso de mejora continua como vehículo para la innovación incremental y la construcción de capacidades en las firmas

Un estudio sobre treinta grandes empresas argentinas

HÉCTOR FORMENTO<sup>\*</sup>  
FRANCO CHIODI<sup>\*\*</sup>  
FERNANDO CUSOLITO<sup>\*\*\*</sup>  
LUCAS ALTUBE<sup>\*\*\*\*</sup>  
SEBASTIÁN GATTI<sup>\*\*\*\*\*</sup>

---

## Introducción

Es innegable el papel que ha tomado la gestión del conocimiento como elemento muy importante en la generación de ventajas competitivas dinámicas en las empresas (Nooteboom, 1999; Erbes *et al.*, 2006; Cowan *et al.*, 2000).

Existen ciertas condiciones para que las firmas alcancen una configuración de empresa intensiva en conocimiento. Por una parte, se requiere el

---

<sup>\*</sup> Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina.

<sup>\*\*</sup> Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

<sup>\*\*\*</sup> Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

<sup>\*\*\*\*</sup> Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

desarrollo de sus competencias endógenas, es decir, de formas de organización del trabajo que potencien los procesos de aprendizaje y la integración del conocimiento codificado y tácito, la adopción de procesos de mejora continua, la realización de esfuerzos de innovación y la generación de actividades de capacitación de los recursos humanos (Erbes *et al.*, 2008).

Si bien la mejora continua está mencionada en un trabajo anterior como una de las condiciones para lograr una empresa intensiva en conocimiento, es importante destacar que está también directamente relacionada con los otros condicionantes mencionados para el desarrollo de competencias endógenas. La mejora continua es una estrategia de trabajo en equipo en la que, con un enfoque sistemático, se procesan los conocimientos tácitos acumulados por los individuos en búsqueda de mejoras que representan innovaciones incrementales en distintas áreas de la firma. Por otro lado, para su implementación, se requiere capacitación de los recursos humanos involucrados en metodologías diagnósticas y de resolución de problemas.

Son múltiples los trabajos que muestran la relación entre la mejora continua y los procesos de aprendizaje y construcción de capacidades. Comentamos a continuación algunos de ellos solo a los efectos de confirmar nuestro planteo inicial.

Una empresa es generadora de conocimiento en la medida en que genera participación e interacción entre los trabajadores y promueve procesos de aprendizaje internos (Mallet, 1995; Méhaut, 1995; Mertens, 2002; Harteis, 2003).

En este sentido, la mejora continua ocurre a través prácticas de gestión participativa que constituyen la estructura y proveen los mecanismos dinámicos para un proceso de aprendizaje sostenible en la organización (Savolainen y Haikonen, 2007; Bessant y Francis, 1999).

La mejora continua plantea un escenario en el que un elevado porcentaje de los miembros de la organización puede participar de los procesos de innovación y aprendizaje (Bessant y Caffyn, 1997; Schroeder y Robinson, 1991), por lo tanto, es posible afirmar que: la mejora continua y el aprendizaje organizacional están completamente relacionados (McCalman, 2001).

En la era de la economía del conocimiento, la innovación es el activo más valioso de una compañía y su fuente de competitividad. Para que las innovaciones se desplieguen en toda la firma, la mejora continua deberá considerarse una actividad clave (Wu y Chen, 2006).

El conocimiento experto se despliega dentro de una organización a través de los equipos kaizen (mejora continua) (Sandoval-Arzaga y Suárez-Barraza, 2010).

## Mejora continua e innovación incremental

A menudo se presentan muchas definiciones de mejora continua, con variaciones que no afectan el concepto central.

Esta denominación deriva de la palabra “kaizen”, utilizada por Imai (1986) y definida como mejoramiento continuo que involucra a todos, gerentes y trabajadores por igual.

Hoy en día, la mejora continua se comprende fundamentalmente como uno de los pilares de un sistema de gestión total de la calidad (Shiba *et al.*, 1995). El concepto básico es fácilmente entendible como: un método de resolución de problemas aplicado en forma permanente por equipos de proyecto (aceptando que pueden adoptar distintos nombres) que utilizan una metodología sistemática para realizar los análisis y diagnósticos. Sin embargo, su aplicación práctica encuentra con frecuencia barreras importantes que dificultan la obtención de resultados y generan desmotivación, frustración y grave riesgo de desarticulación total del proceso sistemático de mejora.

Según Bessant *et al.* (2001), el término puede ser considerado sinónimo de innovación incremental.

Una consideración basada en trabajos previos nos indica que, a menudo, no se presenta una distinción muy precisa que diferencie los cambios incrementales (mejora continua o kaizen) y los abruptos (innovación). Apoyamos nuestro argumento en una investigación, realizada sobre 147 proyectos de mejora continua pertenecientes a empresas diversas, en la que se observa que en el 67% de los casos el indicador de mejora alcanzó un incremento superior al 50% y en aproximadamente un 15% de los casos fue superior al 100% (Formento, 2008).

Aun cuando la innovación a veces significa un cambio de ruptura, que genera algo completamente nuevo, esto ocurre solo en el 6% al 10% de las denominadas innovaciones, mientras que en el resto son procesos de mejoras incrementales cuyas ganancias acumulativas en eficiencia, a lo largo del tiempo, son mucho más importantes que las de los ocasionales cambios radicales (Tidd *et al.*, 2005).

Un enfoque muy interesante es el planteado por Stevenson y Kadhef (2008), en el que se pone de manifiesto una clasificación de las innovaciones en cuatro categorías:

1. una categoría completamente nueva de producto o proceso;
2. una nueva tecnología para un producto o proceso existente;
3. una mejora significativa en una tecnología existente;
4. una mejora acotada del producto o proceso actual.

Según estos autores, el 86% de las innovaciones cae en el nivel 4, lo que coincide con lo mencionado por Tidd *et al.* (2005).

Otros enfoques coincidentes con el de la innovación incremental son los de Marín-García *et al.* (2008), que consideran la innovación como un paraguas debajo del cual se encuentran la mejora de calidad y el six sigma (Bisgaard, 2008).

Algunos autores van un poco más allá y definen la mejora continua como una cultura de mejora sostenible (Bhuiyan y Baghel, 2005).

El desarrollo de la mejora continua es un proceso evolutivo en el que pueden identificarse cinco diferentes niveles (Bessant *et al.*, 2001). El desafío para la organización es el aprendizaje dentro de cada nivel (rutinas establecidas) y el pasaje a un nuevo nivel integrando nuevas rutinas a las ya conocidas. Este último paso es equivalente al aprendizaje de “lazo doble” o “aprendizaje generativo” (Argyris y Schon, 1978; Senge, 1990).

Los niveles se tipifican como:

- Nivel 1 (pre mejora continua): La organización no tiene ninguna de las habilidades esenciales y no está presente ninguno de los comportamientos claves. Pero puede tener algunas actividades de mejora con impacto de corto plazo.
- Nivel 2 (mejora continua formal): Hay mecanismos de capacitación y se evidencian algunos aspectos de los comportamientos claves que comienzan a desarrollarse conscientemente. Las características comunes de este nivel son: la solución sistemática de problemas, el tratamiento con el uso de herramientas simples de mejora continua y la introducción de vehículos apropiados para estimular el involucramiento. Las actividades no están integradas al día a día de las operaciones
- Nivel 3 (mejora continua dirigida a una meta): La mejora continua es parte de las actividades del negocio. La solución de un problema es direccionada para ayudar a la empresa a alcanzar sus metas y objetivos, hay un monitoreo y sistemas de medición.
- Nivel 4 (mejora continua proactiva): Adicionalmente a lo anterior, hay un intento por delegar autonomía a individuos y grupos para manejar y dirigir sus propios procesos.
- Nivel 5 (mejora continua total): A lo anterior se agrega la identificación y resolución sistemática de problemas. El aprendizaje se captura y se comparte. Este nivel se asemeja a una organización que aprende.

Las evidencias empíricas recogidas hasta el presente muestran un escaso porcentaje de empresas que superen los niveles 2 y 3.

No existe colisión entre mejora continua, seis sigma, TQM<sup>1</sup> y manufactura flexible. Son todas estrategias de mejora continua de procesos y productos que se aplican a reducir el desperdicio, simplificar y hacer más flexibles las líneas de producción y mejorar la calidad y la eficiencia (Bhuiyan y Baghel, 2005).

Según se desprende de las propias definiciones, la mejora continua puede ser establecida como una innovación incremental o, según se observa en la práctica, un cambio radical o de ruptura. Aun los autores que diferencian estos términos establecen la necesidad de combinarlos en la práctica operativa. En estos casos, llaman mejora continua a la innovación incremental e innovación al cambio radical.

Actualmente, la mejora continua es ampliamente aceptada por gerentes y altos ejecutivos en todo tipo de organizaciones; no obstante, la mayoría coincide en que su gerenciamiento es una tarea muy desafiante (Kiernan, 1996; Pullin, 2005).

Un estudio realizado en los Estados Unidos en el 2007 revelaba que el 74% de las aplicaciones de manufactura flexible (lean)<sup>2</sup> no mostraba resultados satisfactorios (Pay, 2008). Este resultado está en línea con otro previo que indicaba que solo el 11% de las iniciativas de mejora continua era exitoso (Mendelbaum, 2006).

El desafío es, por lo tanto, generar una infraestructura adecuada para coordinar exitosamente el proceso de mejora continua (Wruck y Jensen, 1998; Choo *et al.*, 2007; Anand *et al.*, 2009).

A partir de lo anterior se desprende que la mejora continua es un fuerte contribuyente de la construcción de capacidades basadas en el aprendizaje organizacional y la gestión de los conocimientos tácitos y puede generar mejoras incrementales e innovaciones de ruptura. Por otro lado, si bien es conceptualmente aceptada, su implementación encuentra dificultades que pueden minimizar su impacto.

En este sentido, se considera relevante entender estas dificultades y las variables críticas para una implementación efectiva de modo de poder alcanzar los resultados esperados.

---

1 Total Quality Management, denominación utilizada para identificar el enfoque japonés de administración de la calidad total.

2 Estrategia de mejora continua desarrollada por Toyota y estudiada y popularizada a partir de una publicación del MIT en los ochenta: "The machine that changed the world".

## Factores claves para un proceso de mejora continua

Un relevamiento de la literatura existente nos permite determinar los principales factores para tener en cuenta para una exitosa implementación de un proceso de mejora continua.

### Formalización y estructura

Si la empresa no tiene un programa formalizado, los esfuerzos de mejora continua son intermitentes y dependen de las actitudes personales y de las presiones circunstanciales. La formalización genera el ámbito necesario para crear una estructura de soporte y definir las rutinas a las que hacen mención Bessant *et al.* (2001) en las cinco etapas evolutivas del proceso de mejora. Sin formalización y estructura no puede superarse el nivel 1 de la escala mencionada.

Es importante la existencia de un método científico común, con una rutina de pasos preestablecida para el desarrollo de los proyectos de mejora (Garvin, 1993; Spear y Bowen, 1999; Forrester, 2000). La existencia de una metodología formalizada permite una base de trabajo común para desarrollar cambios (Bateman, 2005).

Los equipos de mejora continua interdisciplinarios e interáreas han reemplazado gradualmente a los círculos de calidad (Formento, 2008). Por esta razón, nos concentraremos en este tipo de programas. Este antecedente excede el marco local y puede observarse en estudios previos realizados en España (García-Lorenzo y Prado, 2003), en Australia (Terziovski y Sohal, 2000) y en Estados Unidos (Lawler III *et al.*, 2001).

### Continuidad / Duración

Un proceso de mejora continua, como su nombre lo indica, no tiene solución de continuidad. Es decir, es imposible reconocerle un final. Contrariamente, lo esperable es que las rutinas de mejora se integren al día a día de la organización y se utilicen para generar resultados alineados con los objetivos estratégicos.

Los ejemplos más destacados, como el Toyota Production System, son estables y facilitan la extensión de las prácticas en toda la compañía (García-Sabater y Marín-García, 2009).

La incapacidad para mantener la continuidad genera impactos muy negativos en la dotación y una duración limitada (entre uno y cuatro

años) después de recorrer tres fases (introducción, difusión y decaimiento). Los motivos son diversos y, en general, están relacionados con programas estáticos sin capacidad de evolución (Lawler III, 1991; Sillince *et al.*, 1996). A veces se verifica una cuarta fase de relanzamiento de la mejora (Rapp y Eklund, 2002). Sobre esta misma idea, Wu y Chen (2006) afirman que toda actividad (incluyendo las de mejora) tiene un ciclo de vida que incluye: introducción, crecimiento, madurez y declinación. Si no se logra un impulso regenerativo en el momento adecuado, el programa decae.

### Despliegue / Alcance

Si el despliegue de la mejora continua no es adecuado y está mal coordinado, todo el proceso pierde efectividad, aun cuando se logren algunos resultados iniciales (Choo *et al.*, 2007; Wruck y Jensen, 1998).

Así como resulta importante la continuidad, no lo es menos el despliegue que permite llegar a todos los niveles de la organización con las rutinas de mejora. El enfoque de sistema (Deming, 1993) requiere que los distintos procesos sean visualizados como integrantes de un sistema global en el que el resultado final dependerá de la calidad de las interacciones entre dichos procesos. En este sentido, es impensable que la mejora continua funcione sin integrar todos los sectores y procesos.

### Entrenamiento / Capacitación

Modificar la estructura clásica de resolución de problemas del método de prueba y error, basado en la experiencia individual, al método científico utilizando equipos requiere un entrenamiento específico en metodologías y herramientas de análisis.

Más allá de la necesidad de un entrenamiento masivo, es razonable comenzar con los niveles directivos y concentrarse en los agentes de cambio que tendrán una incidencia fundamental en el proceso (Spear, 2004).

Diversos trabajos destacan la importancia del entrenamiento en las técnicas necesarias y el avance hacia nuevas herramientas en la medida en que sean requeridas por problemas más complejos (Bacdayan, 2001; Rapp y Eklund, 2002; Terziovski y Sohal, 2000; Wood, 2003).

## Compromiso de directivos

Hace falta compromiso de la gerencia para que la participación y el trabajo en equipo formen parte de la cultura organizacional (Attaran, 2003; Bashein *et al.*, 1994; Terziovski *et al.*, 2003; Jorgensen *et al.*, 2003).

Es imposible avanzar sobre los niveles 3, 4 y 5 de la escala de Bessant *et al.* (2001) sin un fuerte compromiso de la alta dirección. Los directivos tendrán que aprobar los recursos necesarios, alinear las actividades con los objetivos estratégicos, establecer sistemas, procedimientos y políticas y, fundamentalmente, generar una cultura de mejora continua.

## Coordinación del programa

La promoción de la mejora continua y su sostenimiento dentro de la rutina organizacional requieren actores que faciliten la tarea en el día a día. Este rol está más allá del líder de un equipo específico y se refiere a la figura de uno o varios coordinadores internos que apoyen las actividades, faciliten el acceso a los recursos y presten asesoramiento metodológico a los miembros de los equipos (García-Sabater y Marín-García, 2009).

El six sigma, estrategia de mejora continua lanzada a fines de los ochenta a partir de las experiencias exitosas de Motorola, define una figura de Black Belt, como responsable y facilitador de los equipos de mejora y experto metodológico interno, y un Master Black Belt que coordine la tarea de todos los Black Belt de la empresa (Harry y Schroeder, 2000).

## Metodología y herramientas

La mejora continua utiliza un conjunto de prácticas y metodologías secuenciales para llevar adelante los proyectos (Pil y MacDuffie, 1996; Handel y Gittleman, 2004). Esto responde a la necesidad de utilizar el método científico en los análisis de causa-raíz a partir de los cuales se desarrollan los planes de mejora.

Este proceso sistemático de análisis reemplaza el esquema tradicional de resolución de problemas según prueba y error.

Un estudio realizado sobre firmas australianas por Terziovski y Sohal (2000) muestra que las siete herramientas básicas siguen siendo las preferidas por estas empresas en lugar de otras más avanzadas como FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) y QFD (Quality Function Deployment).

Otro estudio realizado en la Argentina muestra que metodológicamente se continúa utilizando el ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) y métodos derivados de este en un alto porcentaje de los proyectos de mejora. La metodología conocida como 6 sigma surge como una alternativa derivada de la anterior y aplicada actualmente en un porcentaje de casos claramente inferior. Consecuentemente con lo anterior, las herramientas conocidas como “básicas” continúan siendo las de mayor utilización (Formento, 2008).

### Medición de resultados

Es imposible imaginar un sistema objetivo alineado con los resultados estratégicos de la firma que no pueda ser validado a través de mediciones concretas de resultados. Estas mediciones son la única manera de cerrar proyectos, establecer sus logros y definir, en consecuencia, nuevos estándares.

El desarrollo de capacidades de mejora continua requiere un proceso de monitoreo y medición de resultados contra los objetivos estratégicos de la firma (Bessant y Francis, 1999).

La mejora continua se basa en técnicas de evaluación constante aplicadas a los sistemas, procesos y resultados claves (Hammer y Stanton, 1999; Das *et al.*, 2000; Dennis *et al.*, 2003; Foster, 2004; Evans y Lindsay, 2008).

Los beneficios se miden a partir de los costos evitados, mientras se mantiene o aun mejora la calidad de los productos y servicios entregados a los clientes. Los costos de la no calidad (Cost of Quality) son la fundamentación económica de los programas de mejora continua (Formento *et al.*, 2006).

### Divulgación de resultados, reconocimiento e incentivos

Gerenciar la realimentación de experiencias, dentro de un proceso de mejora continua, permite construir, analizar y facilitar el intercambio de conocimientos entre los expertos en resolución de problemas (Jabrouni *et al.*, 2011). Cuando los equipos muestran sus resultados en eventos internos, los conocimientos desarrollados se despliegan, más allá de los propios miembros del equipo, a toda la organización. Adicionalmente, en los casos de eventos externos, exponer resultados exitosos de un proyecto opera como motivador.

Es usual premiar las contribuciones más significativas en función de su impacto sobre los resultados. Estos programas de reconocimiento pueden

tomar diferentes formatos, pero en todos los casos intentan reforzar y divulgar las actitudes positivas (Buch y Spangler, 1990; Lawler III, 1991; Sllince *et al.*, 1996; Kerrin y Oliver, 2002; Rapp y Eklund, 2002).

## Metodología

La estrategia metodológica empleada en este estudio es de carácter cualicuantitativo basada, principalmente, en la realización de una encuesta en profundidad a los referentes principales de un grupo de treinta grandes empresas líderes de reconocida trayectoria en la Argentina, pertenecientes a los rubros de: petróleo, alimentos, siderurgia, automotriz, química y servicios. Los resultados cuantitativos se procesaron estadísticamente y se estratificaron para mostrar las tendencias encontradas. Los comentarios registrados se analizaron cualitativamente para buscar indicios sobre diferencias significativas.

El formulario se diseñó con base en el marco teórico del proyecto “Análisis de las estrategias de implementación de procesos de mejora continua en Argentina”,<sup>3</sup> compuesto por la literatura clásica sobre procesos de mejora continua y poniendo énfasis en los componentes claves previamente descriptos.

Finalmente se comparó el desarrollo de dichos componentes claves en empresas con resultados muy efectivos y no efectivos. De esta comparación surgen diferencias que identifican factores críticos que se deben tener en cuenta para lograr procesos exitosos.

## Resultados obtenidos

### Características generales de la muestra

Las empresas contactadas para este estudio corresponden al grupo de empresas denominadas grandes, de acuerdo con sus niveles de facturación (más del 80% de la muestra supera los \$100 millones anuales). Las empresas de este tamaño, tanto a nivel local como internacional, son las que primero han implementado procesos de mejora continua e innovación. La experiencia indica que las estrategias y estructuras de mejora encontradas en ellas son las más avanzadas en el tema y son luego adoptadas por orga-

---

3 Proyecto 30/4030 del Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento (04/2009-03/2011).

nizaciones de otros tamaños. Esto último hace especialmente importante su estudio para determinar las tendencias en la materia.

Otra característica de este grupo es que todas tienen un sistema de gestión certificado. En especial, más del 80% está certificado con ISO 9001. El 60% ha certificado dos o más normas y el 40% cuenta con un sistema integrado de gestión.

Más del 25% de las empresas encuestadas ha ganado premios a la calidad, entre ellos el premio nacional a la calidad de la Argentina, el premio iberoamericano, el premio TPM de Japón y el International Team Excellence Award de la American Society for Quality. Estos datos confirman el nivel de la muestra en términos de logros formales en el ámbito de los sistemas de calidad locales e internacionales.

### Formalización y estructura

De este grupo de empresas, un 93,3% declaró tener un programa formal de mejora continua. En principio, una participación alta en relación con lo que ocurre con otros grupos de empresas de menor tamaño.

Una mayoría también calificó los programas de mejora continua vigentes con el carácter de estructurado (75%), lo cual en principio evidencia el grado de formalidad que mencionamos en el apartado anterior.

Con relación al tipo de equipos existentes, se observa que en el 83% de las empresas de la muestra se encuentran los denominados equipos de mejora continua; en cambio, solo en el 17% de los casos hay células autodirigidas y en un 20% de las empresas se menciona la existencia de otros tipos de equipos (5S, TPM [total productive maintenance], six sigma).

Solamente tres empresas de la muestra operan únicamente con equipos conformados con personal de solo un área.

En el otro extremo de las alternativas, encontramos solo dos empresas que trabajan con equipos formados exclusivamente con personal de áreas de apoyo.

Tabla 1. Conformación de equipos

	N	%
Con participación de áreas de apoyo	19	63,3%
Con participación de solo un área	11	36,6%
Con participación de dos o más áreas	23	76,7%
Sin formalización	2	6,6%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa como muy positivo que casi en un 90% de los casos con programa formalizado, los equipos sean interáreas o interdisciplinarios, lo que asegura una mirada del mismo problema desde distintas perspectivas, y esto genera una valiosa contribución a su solución.

Otro aspecto interesante para destacar es que solo el 25% de estas empresas tiene programas que integren equipos en todas las categorías mencionadas (un área, varias áreas y con personal de apoyo).

#### Continuidad / Duración

La antigüedad promedio de los programas de mejora continua evaluados en esta investigación es de nueve años. En un 46% de los casos, la antigüedad del programa supera los diez años y en un 7%, los veinte años. Esto confirma que estamos evaluando un conjunto de empresas pioneras del tema en la Argentina, ya que este encuentra sus orígenes en el país en la década del ochenta.

Del total de las empresas que afirmaron haber implementado un programa de mejora continua, solo el 17% declaró haberlo discontinuado. El mismo porcentaje de empresas reconoce que el programa de mejora continua no ha evolucionado en sus organizaciones, lo que en principio consideraremos como una característica negativa.

#### Despliegue / Alcance del programa

El alcance del programa de mejora continua en estas empresas muestra un resultado lógico y esperable. En un 100% de los casos, las áreas productivas se ven alcanzadas por el programa, las siguen, en número de aplicaciones, las áreas de soporte, las administrativas y, finalmente, las comerciales.

Tabla 2. Alcance del programa de mejora continua en empresas relevadas

	N	%
Áreas productivas	28	100%
Áreas de soporte	21	75%
Áreas administrativas	15	53,6%
Áreas comerciales	12	42,9%

Fuente: Elaboración propia.

### Entrenamiento / Capacitación

Como resultaba esperable para firmas de este tamaño, un 87,7 % de la muestra manifestó tener un programa de formación en mejora continua para su personal.

El análisis realizado sobre quiénes son los destinatarios de la capacitación en mejora continua muestra que en el 62,1% de los casos se capacita a todo el personal.

El 37,9% restante realiza solo capacitaciones a grupos específicos entre los que prevalecen los miembros de los equipos de mejora en un 24,1% de los casos.

La tabla siguiente nos muestra la distribución de los destinatarios de esta capacitación:

Tabla 3. Destinatarios del programa de formación en mejora continua

	%
Todo el personal	62,1%
Integrantes de los grupos	24,1%
Líderes	10,3%
Supervisores	10,3%
Facilitadores	10,3%
Gerentes	6,9%

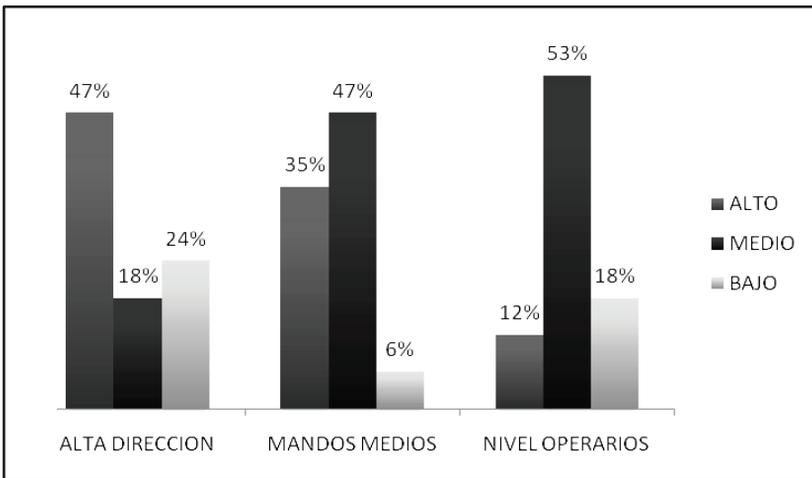
Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de las empresas aplica recursos a la capacitación interna (con personal propio), esto ocurre en el 86,2% de los casos. Este trabajo con recursos propios se combina en casi el 50% de los casos con la capacitación externa.

### Compromiso de directivos

Cuando se exploró el nivel de involucramiento de los distintos niveles jerárquicos de las empresas con el sistema de gestión de calidad se encontró que: si bien la alta dirección aparece con un mayor porcentaje de involucración alta que los mandos medios y los niveles operativos, es destacable que más del 50% de los gerentes no tiene involucración alta y que uno de cada cuatro gerentes tiene involucración baja. Esto podría explicar lo que ocurre en los otros dos niveles ya que la actitud de los gerentes se despliega rápidamente hacia el resto de la organización.

Gráfico 1. Involucramiento con el sistema de gestión de calidad



Fuente: Elaboración propia.

En este aspecto, interpretando las palabras de Meegan y Taylor (1997), consideramos que “fuerte motivación” debería significar “alta involucración”. Esto no se observa en el gráfico anterior en el que, por el contrario,

mucho más del 50% de las dotaciones tiene niveles de involucración medios y bajos.

### Coordinación del programa

La coordinación de estos programas no se encuentra siempre en la misma gerencia.

Se destaca la aparición de áreas especiales dedicadas específicamente a tareas relacionadas con la gestión de la calidad y la mejora continua. Esta forma de organización, que difiere de las estructuras clásicas, muestra cómo ha ido evolucionando la importancia asignada a este tipo de tareas. Es decir, se asignan recursos humanos específicos a tareas de gestión y facilitación de los sistemas de calidad y mejora continua. No existe una denominación uniforme para estas áreas y, por lo tanto, cada empresa la denomina utilizando criterios propios. Lo que sí parece uniforme es el concepto de tener un pequeño grupo de recursos humanos de alta calificación dedicados completamente a tareas de gestión de la mejora.

Esta es una muy buena noticia y es muy probable que, como tendencia, continúe profundizándose a medida que los resultados acompañen la gestión de estas áreas.

Tabla 4. Área que coordina el programa de mejora continua en las empresas relevadas

	N	%
Áreas especiales (*)	14	52%
Calidad	7	26%
Producción	4	15%
Otros	2	7%
Total	27	100%

(\*) Algunos de los nombres identificados son: Calidad Total; Mejora Continua; Tecnologías de Gestión; Excelencia Operativa; Six Sigma; Lean.

Fuente: Elaboración propia.

La existencia de líderes se da en una gran mayoría de las empresas de la muestra (76,7%), así como la de facilitadores (66,7%). Se entienden

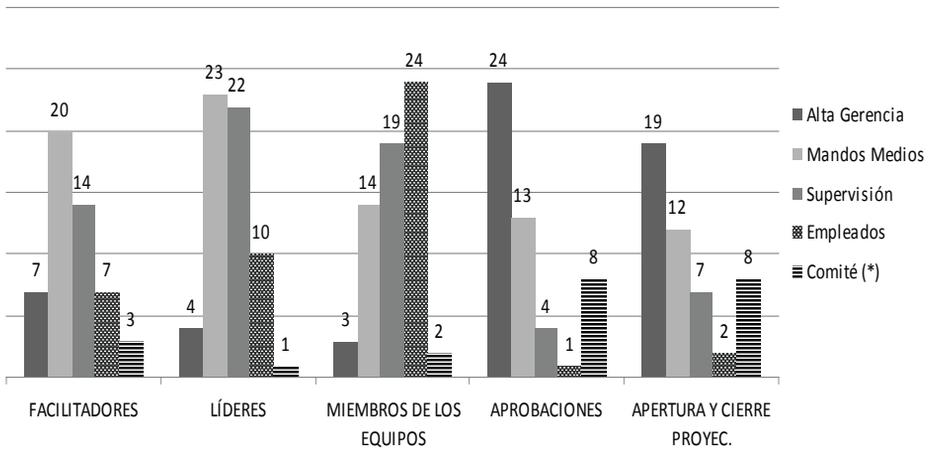
estos dos roles como claves para impulsar y gestionar equipos que llevan adelante proyectos y acciones de mejora continua.

Un dato no menos interesante es que en el 50% de los casos, con roles diferenciados, se utiliza la figura de sponsor o mentor. Otros roles, como los de secretario, tienen una bajísima presencia en las estructuras de equipos evaluados en esta muestra.

Más allá de cuáles son los roles existentes en estos procesos de mejora continua, interesa saber quiénes, dentro de la estructura formal, son asignados para desempeñarlos.

El gráfico siguiente nos muestra el número de casos en los que la alta gerencia, los mandos medios, la supervisión, los empleados y el comité de mejora asumen las diferentes funciones.

Gráfico 2. Participación por nivel en la coordinación del programa



Fuente: Elaboración propia.

### Metodología / Herramientas

Un aspecto abordado en este estudio es la utilización de metodologías y herramientas en los proyectos de mejora continua. La totalidad de los 28 casos con programa formalizado afirma que utilizan una metodología y herramientas para la resolución de problemas.

Si bien no es posible una discriminación exhaustiva de herramientas y métodos, debido a la gran cantidad existente y a las distintas denominaciones e interpretaciones de ellas, podemos ver en la tabla siguiente el uso expresado por los encuestados de los métodos y herramientas más conocidos. Los porcentajes están referidos, en este caso, al total de la muestra.

Tabla 5. Herramientas y métodos utilizados por las empresas relevadas

	N	%
Herramientas básicas	24	80%
5S	17	57%
Kaizen	13	43%
7 nuevas herramientas	12	40%
Benchmarking	12	40%
AMFE	10	33%
TPM	9	30%
8 pasos	9	30%
6 sigma	7	23%
CEP	5	17%
QFD	3	10%

Fuente: Elaboración propia.

Si bien se combinan aquí metodologías con herramientas y grupos de herramientas, se puede concluir que continúa siendo masivo el uso de herramientas básicas.

#### Medición de resultados

Con relación a los temas abordados por los equipos de mejora, encontramos una gama muy variada que se ha clasificado de acuerdo con las siguientes áreas temáticas: calidad / defectos; costo / beneficios; desviaciones del estándar; medio ambiente; seguridad; cambios / innovaciones y otros.

Más allá de la distribución muy uniforme que se observa, hay que recordar que estas clasificaciones son tentativas ya que la mayoría de los

proyectos de mejora impacta sobre diferentes áreas de resultado simultáneamente.

Al relevar cómo surgen los temas mencionados para convertirse en proyectos de mejora, encontramos que el origen es muy amplio, como no podía ser de otra manera, y que se destacan las desviaciones en los indicadores y las propuestas de la dirección. Estos dos grupos son mayoritarios y parecen mostrar la relación entre estos programas y la estrategia del negocio; no obstante, esta última afirmación requiere otros elementos para ser probada completamente.

Luego aparece un segundo grupo compuesto por reclamos de clientes y sugerencias del personal. Si bien los reclamos de clientes son muy importantes, este grupo nunca debería ser mayoritario ya que, en ese caso, estaría mostrando una gran deficiencia en el trato con los clientes y, por lo tanto, una empresa que trabaja muy “reactivamente” y en zona de riesgo permanente.

Las sugerencias del personal corresponden a una categoría de problemas posiblemente de menor entidad, pero importantes para lograr involucración y sentido de pertenencia.

Tabla 6. Origen de los temas abordados

	N	%
Desviaciones de los indicadores	24	80,0%
Propuestas de la dirección	23	76,7%
Reclamos de clientes	17	56,7%
Sugerencias del personal	16	53,3%
Encuestas	9	30,0%
Otros	6	20,0%

Fuente: Elaboración propia.

El impacto de la implementación de este tipo de programas es una variable clave para establecer su revisión y/o fortalecimiento.

La tabla siguiente nos muestra un número relativamente bajo de empresas que consideran el programa como muy efectivo, aun cuando esta percepción puede cambiar si se suman las calificaciones de efectivo; en ese caso, las dos primeras categorías alcanzarían un valor del 70%.

Tabla 7. Evaluación del resultado de los equipos de mejora en la empresa

	N	N
Efectivos	13	43%
Muy efectivos	8	27%
Regulares	5	17%
NS/NC	4	13%
Total	30	100%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la información disponible para la toma de decisiones a altos niveles organizacionales, solo el 40% de las empresas expresa tener relevadas estadísticas sobre proyectos de mejora, tanto finalizados como en desarrollo.

Por otro lado, en 16 de los casos se manifiesta que se calculan los costos de la no calidad evitados como resultado de los proyectos de mejora continua.

Estos dos últimos datos, la falta de estadísticas y el no cálculo de los costos evitados, plantean un interrogante sobre la prioridad e importancia asignada por los gerentes a estos procesos.

#### Divulgación de resultados / Reconocimiento / Incentivos

Nuestra pregunta sobre la existencia de un sistema de reconocimiento arrojó un saldo muy positivo al mostrar que lo tiene el 70% de las firmas indagadas.

Cuando se consultó respecto de los destinatarios de dicho reconocimiento, se observa que la tendencia es incluir a todos los participantes y todos los miembros de los equipos. Solamente el 19% de las organizaciones mencionó tener un reconocimiento exclusivo para personal dentro de convenio y un 9,5% lo aplica solo a los mejores equipos. El restante 71,5% lo aplica de manera general.

El tipo de reconocimiento es principalmente no dinerario y está basado en agasajos, presentes y eventos internos y externos.

Algunas de las empresas que manifestaron no tener un programa formal de reconocimiento tienen formas de reconocimiento desarrolladas, por lo

cual, queda solo el 23% de la muestra sin ningún tipo de reconocimiento para el personal.

En el 82% de los casos, los eventos internos incluyen presentaciones de los equipos de mejora continua.

En el 72% de los casos, las presentaciones de equipos en los eventos internos cuentan con la participación de la alta dirección. En cambio, solo en el 33% de los casos participa todo el personal y apenas en el 17% de los eventos lo hacen personas externas a la empresa.

Encontramos aquí distintos aspectos para remarcar; por un lado, parece aceptada la necesidad de reconocimiento, formalizado o no. Por otro lado, los eventos internos de divulgación y reconocimiento solo se utilizan en menos del 50% de la muestra, aun cuando en estos casos es alta la participación de directivos. Finalmente, se observa un aún escaso intercambio entre las firmas y con otros actores ya que menos del 45% participa de eventos externos y quienes desarrollan presentaciones internas de equipos solo invitan a externos en un 17% de los casos.

## Discusión de resultados

Después de haber realizado un relevamiento bastante exhaustivo de la literatura existente sobre mejora continua, resulta evidente que no existen muchas investigaciones teóricas o empíricas que hayan analizado cómo ocurren y se desarrollan estos procesos en la Argentina. Este resultado se explica teniendo en cuenta la dificultad que enfrentan los investigadores académicos cuando tratan de obtener información de aspectos tan sensibles de las empresas y, por otro lado, el escaso interés que han demostrado las organizaciones industriales y de servicios en relación con los trabajos provenientes del ambiente científico.

No obstante lo anterior, en nuestro caso fue posible conseguir datos detallados de un conjunto significativo de grandes empresas que utilizan esta metodología en la Argentina.

Este grupo está mayoritariamente formado por empresas que están por encima de los veinte millones de dólares de facturación anual y todas han incursionado en la certificación de alguno de sus sistemas de gestión.

No se observa relación alguna entre los sistemas integrados de gestión y la certificación ISO 9001 con los resultados del programa de mejora continua. Cuando se analizan las empresas con resultados muy efectivos (27% de la muestra), se encuentran empresas sin certificación ISO 9001 y sin gestión integrada.

Tampoco hay evidencia de que los modelos de excelencia o premios a la calidad garanticen un buen proceso de mejora continua. Cuando se analizan las siete empresas de la muestra que han ganado premios a la calidad, se observa que solo tres de ellas tienen programas de mejora continua muy efectivos, otras dos lo consideran solo efectivo, una, regular y la restante no tiene un programa formalizado.

Una segunda conclusión que podríamos observar es que los sistemas y estrategias mencionados (certificación, modelos e integración) son deseables, pero no garantizan un proceso muy efectivo de mejora continua.

Otra cuestión significativa que se desprende de esta investigación es el relativamente bajo nivel de involucramiento que se observa en los distintos niveles organizacionales.

Como muestra la experiencia y está probado en trabajos previos (Kostman y Schiemann, 2005), la efectividad de los programas de mejora continua requiere motivación y alineamiento de objetivos entre el personal y la empresa, lo que permite generar un alto nivel de compromiso e involucramiento hacia el logro de los resultados. Por otro lado, son numerosos los trabajos que demuestran la necesidad de un alto involucramiento en toda la organización (Falconi, 2009; Imai, 1997; Shiba *et al.*, 1995; Ozeki y Asaka, 1992) y especialmente podemos recordar la frase de Ishikawa (1986): “el control de calidad es responsabilidad de todos los empleados y de todas las divisiones”.

Si observamos en nuestro estudio los datos obtenidos, encontramos que menos del 50% de los gerentes tiene un involucramiento alto y, lo que es peor, un número de casos cercano al 25% tiene involucramiento bajo. Probablemente como consecuencia de esto, los niveles de involucramiento alto de los mandos medios y el personal operativo llegan solo al 35% y el 12%, respectivamente.

Esto plantea un primer interrogante, o al menos duda razonable, sobre la prioridad que las organizaciones le están adjudicando al proceso de mejora continua. En principio, se observa que no hay demasiadas dudas sobre la necesidad de su existencia si tomamos en cuenta que el 93% de la muestra declaró tener un programa formal de mejora continua. Este dato contrasta fuertemente con estudios previos sobre pymes argentinas (Formento *et al.*, 2006), en los que se observa que los equipos de mejora solo alcanzan al 36% de las empresas en la rama automotriz, al 17% en la rama siderúrgica y a alrededor del 10% en las restantes empresas.

En el estudio mencionado ya se observaba la influencia del tamaño de la empresa en el desarrollo de equipos de resolución de problemas, tendencia que se confirma con esta muestra.

Si ahora consideramos el grupo de empresas con alta efectividad en sus programas de mejora continua, podemos destacar las siguientes características:

Tabla 8. Características promedio del grupo de los programas de alta efectividad

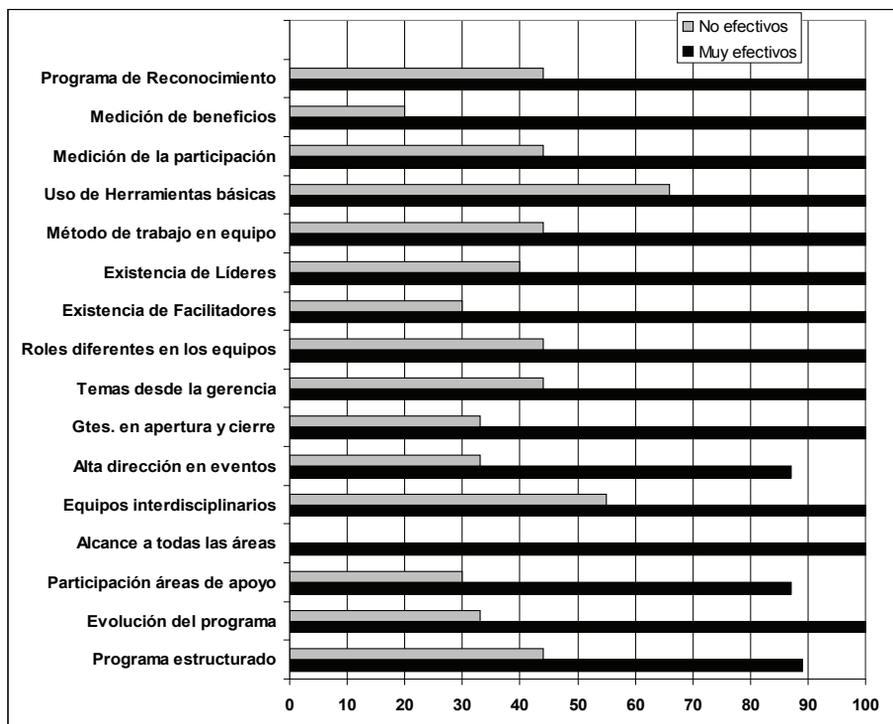
<b>Características</b>	<b>Grupo muy efectivo (27% de la muestra)</b>
Antigüedad	Mínimo 5 años
¿Programa discontinuado?	Nunca
Personas por grupo (promedio)	5,6
Duración de proyectos (promedio)	7,6 meses
Participación del personal (promedio)	53% del personal
Integrantes de más de un equipo (promedio)	34% del personal

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, estas empresas tienen en común:

- evolución a partir de cambios importantes;
- alcance: la mejora continua llega a todas las áreas;
- existe un método de trabajo en equipo y una metodología de resolución de problemas;
- la gerencia es una fuente de definición de proyectos de mejora;
- los gerentes participan en la apertura y cierre de los proyectos;
- existen mandos medios que lideran los equipos;
- se trabaja con equipos interdisciplinarios;
- existen diferentes roles en los equipos, incluidos los de líder y facilitador;
- se aplican las herramientas básicas en los diagnósticos de problemas crónicos;
- tienen un programa de reconocimiento;
- se mide la participación y los costos evitados.

Comparando con el grupo de empresas con resultados no efectivos:  
Gráfico 3. Porcentaje de empresas que cumplen con el componente



Fuente: Elaboración propia.

Parece evidente al observar la comparación que los componentes claves identificados establecen la diferencia en términos de efectividad de resultados.

## Conclusiones

De todo lo anterior se desprenden algunas conclusiones preliminares que deberán ser confirmadas o ajustadas en futuros trabajos de investigación. Las organizaremos señalando los principales hallazgos derivados de este trabajo de investigación.

A juzgar por los resultados discutidos previamente, podemos inferir que aproximadamente una de cada tres grandes empresas tiene un pro-

grama de mejora continua con resultados muy efectivos. Estos programas están probablemente entre los niveles 3 (mejora continua dirigida a una meta) y 4 (mejora continua proactiva) de la escala de Bessant *et al.* (2001) mencionada previamente. Esto implica que han desarrollado estándares muy altos y son *benchmark* para el resto, aun cuando tienen que seguir evolucionando. Alcanzar el nivel 5, mejora continua total u organización que aprende, implica profundizar los mecanismos existentes, y crear otros, para capturar y compartir el aprendizaje generado al resolver problemas e innovar (Bessant *et al.*, 2001).

Las características comunes a este grupo de empresas nos muestran que:

1. Han estado en evolución permanente, es decir, el aprendizaje (lazo simple y lazo doble) ha generado modificaciones que han sido capitalizadas por las firmas para mejorar sus competencias endógenas. Esto ha alcanzado todas las áreas de la organización.
2. La gerencia y los mandos intermedios participan activamente del sistema. De esta manera, el aprendizaje es sostenible y se despliega más allá de los niveles jerárquicos de la firma.
3. Se trabaja con equipos que tienen diferentes roles (gestión participativa) y existe un método y herramientas de análisis que son el fruto de aprendizajes previos.
4. Tienen un programa de reconocimiento que estimula la participación y la circulación del conocimiento tácito.
5. Se mide la participación y los resultados alcanzados para ajustar la estrategia (aprendizaje de lazo simple).

El resto de las empresas está, seguramente, entre los niveles 2 (mejora continua formal) y 3, ya mencionado. El grupo denominado en este estudio “no efectivo” se ubica seguramente más cerca del nivel 2, mientras que el grupo mayoritario, de empresas con catalogación de resultado efectivo, se acerca más al nivel 3. Una catalogación más precisa requeriría una auditoría externa, en general, muy difícil de realizar.

Cuando se comparan los dos grupos extremos de esta muestra, muy efectivos y no efectivos (gráfico 3), surgen los principales hallazgos que podrían explicar las diferencias:

- a. Como ya se mencionó, la evolución ha sido importante en el 100% del grupo muy efectivo. Contrariamente, son muy pocas las empresas del grupo no efectivo que han tenido alguna evolución.

- b. El alcance a todas las áreas (100% en el grupo muy efectivo) surge como otro factor diferenciador. Ninguna de las empresas no efectivas ha logrado este despliegue del proceso de mejora continua.
- c. La conformación de los equipos muestra también marcadas diferencias. El grupo muy efectivo tiene roles diferenciados y un método para el trabajo en equipo. Algunos de esos roles, como líderes y facilitadores (agentes de cambio e inductores de la participación), aparecen solo esporádicamente en el grupo no efectivo.
- d. La participación y el compromiso de la gerencia, que es fundamental para hacer sostenible el proceso de mejora continua y aprendizaje, es también una diferencia observable. Mientras que en el grupo muy efectivo, los directivos definen los temas, abren y cierran los proyectos y participan de los eventos internos, esto ocurre en un grado muy inferior en las empresas del grupo no efectivo.
- e. Finalmente, la medición de participación y beneficios, y el consecuente programa de reconocimiento, son también notables diferencias entre ambos grupos.

A partir de todo lo expresado, es recomendable establecer líneas de trabajo que tengan muy en cuenta los factores mencionados como hallazgos en el párrafo previo ya que estos parecen explicar la diferencia entre procesos muy efectivos y otros que no lo son.

Es importante aclarar que la existencia de un componente clave en una empresa con resultado no efectivo no contradice lo anterior ya que en las empresas muy efectivas, los componentes claves mencionados como hallazgos operan en forma conjunta. Por lo tanto, su aparición en forma aislada no garantiza el resultado.

Esto último puede aplicarse a la capacitación, que no ha sido mostrada como factor diferenciador. La capacitación es un componente clave del proceso de mejora continua y el aprendizaje organizacional, pero como condición necesaria y no suficiente. Es decir, la mayoría de las empresas no efectivas tiene un programa de capacitación en mejora continua, lo cual está bien, pero luego su proceso carece de otros componentes claves que impiden aprovechar los beneficios de la capacitación.

Finalmente, resulta evidente en esta investigación la conexión, mencionada en diversos trabajos previos, entre mejora continua y aprendizaje organizacional. Los procesos de mejora continua evaluados evidencian una circulación de experiencias (conocimientos tácitos) y un aprendizaje

que se despliega a lo largo de la firma generando resolución de problemas, nuevos conocimientos e innovaciones.

Si bien cada organización debe desarrollar su propia estrategia de mejora continua, un trabajo orientado sobre los hallazgos mencionados puede maximizar las competencias endógenas de las firmas y avanzar hacia el nivel de “organización que aprende”.

Entendemos que este trabajo puede hacer un aporte al estudio de los procesos de mejora continua en la Argentina como factor de generación de competencias en las firmas. No obstante, futuras investigaciones deberán confirmar estos hallazgos y avanzar sobre las situaciones en ramas específicas para detectar problemáticas y oportunidades particulares para cada caso.

## Bibliografía

- Anand, G.; Ward, P.; Tatikonda, M. y Shilling, D. (2009). “Dynamic capabilities through continuous improvement infrastructure”, *Journal of Operations Management*, 27, 444-461.
- Argyris, C. y Schon, D. (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*, Reading: Addison Wesley.
- Attaran, M. (2003). “Information technology and business-process redesign”, *Business Process Management Journal*, 9 (4), 440-459.
- Bacdayan, P. (2001). “Quality improvement teams that stall due to poor project selection: An exploration of contributing factors”, *Total Quality Management*, 12 (5), 589-598.
- Bashein, B.; Markus, L. y Riley, P. (1994). “Preconditions for BPR success and how to prevent failures”, *Information System Management*, primavera, 7-13.
- Bateman, N. (2005). “Sustainability: The elusive elemento of process improvement”, *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (3), 261-276.
- Bessant, J. y Caffyn, S. (1997). “High-involvement innovation through continuous improvement”, *International Journal of Technology Management*, 14 (1), 7-28.
- Bessant, J.; Caffyn, S. y Gallagher, M. (2001). “An evolutionary model of continuous improvement behaviour”, *Technovation*, 21, 67-77.

- Bessant, J. y Francis, D. (1999). "Developing strategic continuous improvement capability", *International Journal of Operations & Production Management*, 19 (11), 1106-1119.
- Bhuiyan, N. y Baghel, A. (2005). "An overview of continuous improvement: from the past to the present", *Management Decision*, 43 (5), 761-771.
- Bisgaard, S. (2008). "Geared toward innovation", *Quality Progress Journal*, 41 (9), 20-25.
- Buch, K. y Spangler, R. (1990). "The effects of quality circles on performance and promotions", *Human Relations*, 43 (6), 573-582.
- Cowan, R.; David, P. y Foray, D. (2000). "The explicit economics of knowledge codification and tacitness", *Industrial and Corporate Change*, 9(2), 211-254.
- Choo, A.; Linderman, K. y Schroeder, R. (2007). "Method and context perspectives on learning and knowledge creation in quality management", *Journal of Operations Management*, 25 (4), 918-931.
- Das, A.; Handfield, R.; Calantone, R. y Ghosh, S. (2000). "A contingent view of quality management, the impact of international competition on quality", *Decision Sciences*, 31, 649-690.
- Deming, W.E. (1993). *The new economics*, Cambridge: MIT Center for Advanced Engineering Study.
- Dennis, A.; Carte, T. y Kelly, C. (2003). "Breaking the rules: Success and failure in group-ware-supported BRP", *Decision Support Systems*, 36 (1), 31-48.
- Erbes, A.; Robert, V.; Yoguel, G.; Borello, J. y Lebedinsky, V. (2006). "Regímenes tecnológicos, desconocimiento y competencia en diferentes formas organizacionales: la dinámica entre difusión y apropiación", *Revista Desarrollo Económico*, 46 (181), 33-61.
- Erbes, A.; Roitter, S. y Delfín, M. (2008). "Conocimiento, organización del trabajo y empleo en tramas productivas", *Revista de Trabajo*, año 4, nº 5, Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, Argentina.
- Evans, J.R. y Lindsay, W.R. (2008). *Managing for quality and performance excellence*, Mason: Thomson SW.
- Falconi, V. (2009). *O verdadeiro poder*, Minas Gerais: INDG.
- Formento, H. (2008). "Tendencias en el uso de herramientas para mejora e innovación", Conferencia inaugural, 13 Encuentro de SAMECO, So-

ciudad Argentina pro Mejoramiento Continuo, Buenos Aires, octubre. Disponible en: <http://mejoracontinuatotal.blogspot.com/2012/03/estadisticas-sobre-el-uso-de.html>

Formento, H.; Altube, L.; Braidot, N. y Nicolini, J. (2006). "Estudio sobre los resultados y la correlación de variables de un modelo diagnóstico específico para pymes aplicado a distintas áreas de actividad industrial", LITTEC IFI 2-Research's laboratory on technology, work, enterprise and competitiveness (Research paper 2). Disponible en: <http://www.littec.ungs.edu.ar/pdfespa%F1ol/IFI%2002-2006%20Formento-Braidot-Nicollini-Altube.pdf>

Formento, H.; Braidot, N. y Chiodi, F. (2008). *Equipos de mejora continua: conceptos básicos y metodología para la mejora de procesos*, Los Polvorines: UNGS.

Formento, H.; Braidot, N.; Fardelli, C. y Cusolito, F. (2007). *Equipos de mejora continua: reglas para trabajo en equipo y resolución de problemas*, Los Polvorines: UNGS.

Formento, H.; Braidot, N. y Pittaluga, J. (2007). *El proceso de mejora continua en pymes argentinas: investigaciones y modelos posibles*. Los Polvorines: UNGS.

Forrester, R. (2000). "Capturing learning and applying knowledge: An investigation of the use of innovation teams in Japanese and American automotive firms", *Journal of Business Research*, 47 (1), 35-45.

Foster, S.T. (2004). *Managing quality: An integrative approach*, Nueva York: Prentice Hall.

García-Lorenzo, A., Prado, J.C. (2003). "Employee participation systems in Spain. Past, present and future", *Total Quality Management & Business Excellence*, 14 (1), 15-24.

García-Sabater, J. y Marín-García, J. (2009). "Facilitadores y barreras para la sostenibilidad de la mejora continua: un estudio cualitativo en proveedores del automóvil de la Comunidad Valenciana", *Intangible Capital*, 5 (2), 183-209.

Garvin, D.A. (1993). "Building a learning organization", *Harvard Business Review*, 71 (4), 78-91.

Hammer, M. y Stanton, S. (1999). "How process enterprise really work", *Harvard Business Review*, 77 (6), 108-119.

- Handel, M. y Gittleman, M. (2004). "Is there a wage payoff to innovative work practices?", *Industrial Relations*, 43 (1), 67-97.
- Harry, M. y Schroeder, R. (2000). *Six sigma: the breakthrough strategy revolutionizing the world's top corporations*, Nueva York: Doubleday.
- Harteis, C. (2003). "Learning organizations as seen by workers", *European Journal for Vocational Training*, 29, 15-24.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: the key to Japan's competitive success*, Nueva York: Random House.
- Imai, M. (1997). *Gemba kaizen*, Nueva York: McGraw-Hill.
- Ishikawa, K. (1986). *¿Qué es el control total de calidad?: la modalidad japonesa*, Bogotá: Norma.
- Jabrouni, H.; Kamsu-Foguem, B.; Geneste, L. y Vaysse, C. (2011). "Continuous improvement through knowledge-guided analysis in experience feedback", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 24 (8), 1419-1431.
- Jorgensen, F.; Boer, H. y Gertsen, F. (2003). "Jump-starting continuous improvement through self-assessment", *International Journal of Operations & Production Management*, 23 (10), 1260-1278.
- Kerrin, M. y Oliver, N. (2002). "Collective and individual improvement activities: The role of reward systems", *Personnel Review*, 31 (3), 320-337.
- Kiernan, M. (1996). "Get innovative or get dead", *Business Quarterly*, 61 (1), 51-58.
- Kostman, J. y Schiemann, W. (2005). "People equity: The hidden driver of quality", *Quality Progress*, 30 (5), 37-42.
- Lawler III, E.E. (1991). *High involvement management*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Lawler III, E.E.; Mohrman, S. y Benson, G. (2001). *Organizing for high performance: Employee involvement, TQM, reengineering, and knowledge management in the fortune 1000. The CEO report*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Mallet, L. (1995). "Organización formativa, coordinación y motivación", *Revista Europea de Formación Profesional*, nº 5, París.
- Marín-García, J.; Pardo del Val, M. y Bonavia-Martín, T. (2008). "La mejora continua como innovación incremental", *Revista Economía Industrial*, 368, 155-167.

- McCalman, P. (2001). "Reaping what you sow: an empirical analysis of international patent harmonization", *Journal of International Economics*, 55, 161-186.
- Meegan, S.T. y Taylor, W.A. (1997). "Factors influencing a successful transition from ISO 9000 to TQM: The influence of understanding and motivation", *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 14, nº 2, 100-117.
- Méhaut, P. (1995). "Transformaciones organizativas y políticas de formación: ¿Cuáles son las lógicas de las competencias?", *Revista Europea de Formación Profesional*, nº 5, París.
- Mendelbaum, G. (2006). "Keep your eye on the ball", *APICS Magazine*, enero.
- Mertens, L. (2002). "Formación, productividad, y competencia laboral en las organizaciones", Seminario Regional sobre Capacitación, Productividad y Competitividad. VII Conferencia de Mejoramiento de la Productividad y Competitividad Empresarial, Santo Domingo, 7 al 9 de octubre.
- Nooteboom, B. (1999). *Inter-firm alliances: Analysis and design*, Londres: Routledge.
- Ozeki, K. y Asaka, T. (1992). *Manual de herramientas de calidad*, Madrid: Productivity Press.
- Pay, R. (2008). "Everybody's jumping on the lean bandwagon, but many are being taken for a ride", *Industry Week*, mayo.
- Pil, F. y MacDuffie, J. (1996). "The adoption of high-involvement work practices", *Industrial Relations*, 35 (3), 423-455.
- Pullin, J. (2005). "Room for improvement", *Professional Engineering*, 18 (15), 38-138.
- Rapp, C. y Eklund, J. (2002). "Sustainable development of improvement activities: The long-term operation of a suggestion scheme in a Swedish company", *Total Quality Management*, 13 (7), 945-969.
- Sandoval-Arzaga, F. y Suarez-Barraza, M. (2010). "Experts within kaizen teams: How to get the most from their knowledge", *Development and Learning in Organizations*, 24 (4), 10-13.
- Savolainen, T. y Haikonen, A. (2007). "Dynamics of organizational learning and continuous improvement in six sigma implementation", *The TQM Magazine*, 19 (1), 6-17.

- Schroeder, D. y Robinson, A. (1991). "America's most successful export to Japan: Continuous improvement programs", *Sloan Management Review*, 32 (3), 67-81.
- Senge, P. (1990). *The fifth discipline*, Nueva York: Double Day.
- Shiba, S.; Graham, A. y Walden, D. (1995). *TQM desarrollos avanzados*, Madrid: Productivity Press.
- Sillince, J.; Sykes, G. y Singh, D. (1996). "Implementation, problems, success and longevity of quality circle programs: a study of 95 UK organizations", *International Journal of Operations and Production Management*, 16 (4), 88-111.
- Spear, S. (2004). "Learning to lead at Toyota", *Harvard Business Review*, mayo, 1-10.
- Spear, S. y Bowen, H.K. (1999). "Decoding the DNA of the Toyota production system", *Harvard Business Review*, 77(5), 96-106.
- Stevenson, J. y Kashef, A. (2008). "Newer, better, faster", *Quality Progress Journal*, 41 (9), 34-39.
- Terziovski, M.; Fitzpatrick, P. y O'Neill, P. (2003). "Successful predictors of business process reengineering (BPR) in financial services", *International Journal of Production Economics*, 84 (1), 35-51.
- Terziovski, M. y Sohal, A. (2000). "The adoption of continuous improvement and innovation strategies in Australian manufacturing firms", *Technovation*, 20, 539-550.
- Tidd, J.; Bessant, J. y Pavitt, K. (2005). *Managing innovation, integrating technological, market and organizational change*, Londres: John Wiley & Sons.
- Wood, A. (2003). "Managing employees' ideas: from where do ideas come?", *Journal for Quality & Participation*, 26 (2), 22.
- Wruck, K. y Jensen, M. (1998). "The two key principles behind effective TQM program", *European Financial Management*, 4 (3), 401-423.
- Wu, C. y Chen, C. (2006). "An integrated structural model toward successful continuous improvement activity", *Technovation*, 26, 697-707.



# “Al calamar no le importa con qué barco lo pesco”

División del trabajo, diseño naval y competencias\*

JOSÉ A. BORELLO\*\*

HERNÁN MORHORLANG\*\*\*

---

## Introducción

### Objetivos y contenido

Este trabajo tiene por objeto mostrar algunos aspectos problemáticos en el proceso de división del trabajo en un país semiindustrializado a través

---

\* Si bien los autores se hacen responsables del contenido de este artículo, la recolección de la información en la que se basa es el producto de un proyecto colectivo en el que también participaron Fernando Graña, Daniela Calá y Lucía Mauro (Universidad de Mar del Plata) y Diana Suárez, Elina Bordón y Rodrigo Kataishi (Universidad Nacional de General Sarmiento y Centro Redes). Agradecemos muy profundamente a Héctor Longarella, director de la Carrera de Arquitectura Naval de la Universidad Nacional de Quilmes, por conversar con nosotros y por facilitarnos contactos con varios diseñadores. Gracias a diversos estudios y profesionales que accedieron a ser entrevistados: Martín Billoch, Horacio Chakass, Patricio Gutiérrez, HS Design, Edgardo Martinoli, Mazza, Campos y Asociados, Minuet Calabrese Arquitectura Naval, Naval Tec, Gabriel Schroeder, Javier Soto Acebal, Tazza e Hijos, Hugo Tosco, UTNA Ingeniería Naval y Néstor Volker. Queremos también agradecer a los astilleros y talleres navales que fueron relevados en el curso de esta investigación. La investigación fue financiada por el Programa de Investigación sobre Economías del Conocimiento en América Latina y el Caribe, FLACSO, México-CIID Canadá y con aportes de la UNGS y de la Organización Techint.

\*\* Instituto del Conurbano e Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento, CONICET, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Analista del CEP, Centro de Estudios para la Producción, Secretaría de Industria y Comercio, Ministerio de Industria, Argentina.

de un estudio de caso del diseño naval. Más específicamente, este artículo pone la atención en dos instancias del proceso de división del trabajo: a) la división técnica, esto es, la explicitación de la función diseño en los astilleros, y b) la división social, esto es, la externalización de tareas y actividades de diseño naval fuera de los astilleros y dentro de los estudios de diseño e ingeniería naval.

En el primer caso, argumentaremos que la explicitación de la función diseño, o sea, su identificación y separación en el proceso de trabajo está en parte influida por la visión del diseño naval y su importancia que tienen los empresarios. En el segundo caso, las limitaciones para externalizar total o parcialmente esa función devienen de las capacidades de los estudios externos de diseño y de las capacidades de los mismos astilleros. En los astilleros, contrastaremos las diversas opciones de división del trabajo de esas firmas con sus capacidades técnicas y organizativas.

La división del trabajo es un proceso fundamental en el crecimiento y complejización de cualquier economía. Este proceso alude a la división de tareas dentro de un determinado proceso de trabajo y a su asignación a distintas personas o grupos de personas que pueden estar dentro de la misma fábrica, taller u oficina (llamada división técnica) o en otras unidades productivas.<sup>1</sup> Esas otras unidades productivas pueden pertenecer o no a la misma empresa. Cuando la división de tareas da lugar a la aparición de unidades productivas en otras ramas o sectores, se habla de división social del trabajo. La división del trabajo genera externalidades positivas a través de la especialización. La especialización da lugar a rendimientos crecientes a escala, esto es, a la producción de nuevas unidades de productos o servicios a un costo unitario, promedio, menor.

En el contexto latinoamericano, los procesos de división del trabajo y creación de externalidades son parte de un proceso mayor –aún inconcluso– de construcción de un sistema productivo más complejo. Como lo han señalado claramente diversos autores, las empresas que constituyen el eje de las economías latinoamericanas tienden a estar más altamente integradas que las empresas de los países más industrializados (Katz, 1986). Esta mayor integración se traduce en deseconomías de especialización y de escala. Visto el problema desde otra perspectiva, también se ha sostenido que esas economías tienen más casilleros vacíos que las

---

1 Proceso de trabajo: conjunto de uno o más procedimientos o actividades vinculados y orientados a un objetivo común; por ejemplo: fabricar una camisa, recibir y procesar la contratación de un seguro. Los procedimientos y actividades pueden o no realizarse con la ayuda de maquinarias o equipos. El concepto puede aplicarse a todas las actividades económicas. Los límites de un proceso de trabajo pueden estar difusa o claramente delimitados.

más industrializadas (Fajnzylber, 1990). La trayectoria de las economías latinoamericanas muestra que completar esos casilleros o promover la “transformación dinámica de esas estructuras productivas”—como afirma Ocampo (2004)— es algo problemático.

Sin embargo, no hay demasiados estudios que examinen un aspecto particularmente interesante de esa transformación como es la división del trabajo y la creación de externalidades en los servicios orientados a la producción y especialmente en el diseño naval. El objetivo de este trabajo es examinar esos procesos a través de un análisis del diseño naval en la Argentina: una actividad que se ha realizado históricamente dentro de los astilleros, pero que está externalizándose hacia firmas que proveen servicios especializados de diseño e ingeniería naval. Como el foco del artículo es ver algunos obstáculos que limitan la profundización de la división del trabajo, se analizará lo que sucede no solo en las empresas que proveen servicios de diseño e ingeniería naval, sino también en los mismos astilleros. Así, el trabajo se basa en entrevistas a 14 estudios de diseño naval, en una encuesta a 26 astilleros y en una serie de entrevistas a 20 talleres navales argentinos, además de otras fuentes secundarias.

Desde una perspectiva teórica, se exploran dos momentos claves en el proceso de división del trabajo. Por un lado, tenemos la división técnica del trabajo que se da en los astilleros cuando se separa conceptual y operativamente el diseño de barcos del proceso de trabajo que lleva a la fabricación de una embarcación. Para que esa división inicial del trabajo tenga lugar, es necesario que se dé lo que podemos llamar “explicitación”, que es la identificación y separación, dentro de un proceso de trabajo, de una actividad o proceso singular. Eventualmente, la “explicitación” puede dar lugar a una delimitación más clara de esa actividad o proceso a través de la creación de un área o departamento. En una situación extrema de estandarización —y quizás inaplicable en el caso del diseño por la dificultad de establecer estándares generales para algo que es, en su esencia, casi intangible—, este paso adicional podría tomar las características de lo que Langlois (2003) y otros autores (Gentry y Elms, 2009) han venido llamando “modularización”.

En este trabajo mostraremos que en la explicitación operan no solo cuestiones exploradas en la bibliografía, como el tamaño y las características del mercado, sino también elementos más subjetivos que hacen a las perspectivas de los empresarios respecto de la importancia del diseño y las actividades proyectuales. Esas perspectivas de los empresarios, sin embargo, no surgen del éter o de cuestiones psicológicas personales, sino que se relacionan con las competencias de las firmas de las que ellos forman

parte. En ese sentido, el trabajo relaciona los niveles de competencias de los astilleros con la gestión de sus actividades de diseño. Así, en este artículo entendemos que la división técnica del trabajo dentro de los astilleros, que puede leerse de la explicitación de la función diseño, está gobernada por una combinación del nivel de competencias que tiene la empresa con ciertas cuestiones estructurales conocidas y mencionadas en la bibliografía, como el tamaño y las características del mercado. Como lo ha señalado Richard Nelson (1991), aun entre firmas similares en tamaño y rama de actividad, en un marco determinado externamente a cada firma individual, las empresas tienen un rango de posibilidades de acción y pueden tener respuestas diferentes al mismo contexto.

Por otro lado, este trabajo explora la división social del trabajo a través de una descripción de los estudios de diseño e ingeniería naval y su relación con diversos agentes y, en especial, con los astilleros. Mostraremos que algunas de las dificultades de los estudios de diseño en su relación con los astilleros se asocian a la pobre explicitación de la función de diseño en los astilleros y a limitaciones en las competencias de los mismos estudios de diseño e ingeniería naval.

El artículo se organiza de la siguiente manera. En el resto de esta primera parte se hace un breve panorama de las principales ideas y de la bibliografía con la cual dialoga este trabajo. Se trata, necesariamente, de una síntesis que destaca algunas partes de la bibliografía existente que son especialmente relevantes para la orientación del trabajo. En especial, se subraya la especificidad de los sistemas productivos de los países menos industrializados en cuanto a su limitada división del trabajo. Se proveen, también, algunos elementos generales referidos al diseño y a la industria naval ordenados en función de mostrar la multidimensionalidad del diseño como actividad y las características específicas del diseño naval. En la caracterización del diseño, y a partir de la escasa bibliografía existente, se muestra la visión parcial o directamente la negación de la importancia del diseño que parece prevalecer entre muchos empresarios latinoamericanos.

En la segunda parte del trabajo se presenta y analiza la información empírica referida a una muestra de astilleros y estudios de diseño e ingeniería naval argentinos. A partir de la información recogida en entrevistas y visitas, se describen y caracterizan las actividades de diseño que se realizan en la industria naval tanto desde la perspectiva de los astilleros como de los estudios independientes de diseño naval. Al mismo tiempo, se exploran las dificultades para profundizar la división del trabajo dentro de los astilleros a través de la idea de la "explicitación". A las cuestiones ya reconocidas en la bibliografía, como el tamaño y las características del

mercado, se les suman cuestiones asociadas a la percepción que tienen los empresarios del diseño y su importancia.

## La división del trabajo y la creación de externalidades

El caso que examinamos se encuadra en una vasta discusión no solo en las ciencias económicas, sino también en campos conexos, como la sociología económica, la geografía económica y los estudios sobre los negocios. Por lo tanto, no nos proponemos hacer una síntesis integral de esa bibliografía, sino que resumiremos aquellas contribuciones más estrechamente ligadas a la orientación de este trabajo.

Planteado de una manera sencilla, la división del trabajo es especialización dentro de un mismo proceso de trabajo. Esa división puede darse dentro de una misma fábrica, oficina o taller, dentro de una misma empresa o dentro de un mismo sistema productivo. Sintéticamente, la especialización permite la aparición de rendimientos crecientes, esto es, la producción del mismo número de bienes o servicios a un costo unitario menor. Un buen ejemplo de un sistema productivo en el que hay división del trabajo es la producción de automóviles, en la que fabricantes de insumos intermedios (acero, plástico, caucho, etcétera), autopartistas y terminales conjugan sus esfuerzos para producir un mismo objeto (Sayer y Walker, 1992: 15).

Convencionalmente, se identifican tres tipos de división del trabajo: técnica, social y espacial. Los dos primeros términos se refieren a la especialización del trabajo dentro y entre empresas, mientras que el tercero hace referencia a la división de tareas entre lugares (Massey, 1984). Analíticamente, es posible separar los tres; sin embargo, hay una serie de procesos que los reúnen. En este artículo concentraremos el análisis en los dos primeros tipos de divisiones del trabajo: técnica (dentro de los astilleros) y social (entre astilleros y empresas independientes de diseño e ingeniería naval).

La idea de la división del trabajo generalmente se asocia a textos de Adam Smith, Karl Marx y Emile Durkheim. Más recientemente, se ha vuelto a destacar la importancia de la división del trabajo para entender el funcionamiento de los sistemas productivos y el desarrollo económico (Krugman, 1991; Romer, 1986; Scott, 1988). Al menos de manera tácita, gran parte de la bibliografía clásica (Smith, Marshall, Young, Stigler) sobre la división del trabajo y los rendimientos crecientes destaca que en aquellas economías menos industrializadas es dable encontrar una división del trabajo menos profunda y extensa.

Los estudios realizados en la Argentina y en otros países de América Latina (Katz, 1986; Katz y Kosacoff, 1989), como así también en otras regiones del mundo menos industrializado (Amsden, 1977; Chudnovsky y Nagao, 1987), también muestran que los sistemas productivos de esos países tienen una división del trabajo poco profunda. En general, lo que señalan diversos estudios es que las empresas están altamente integradas tanto verticalmente (provisión de partes e insumos) como horizontalmente (servicios diversos) al mismo tiempo que su mix de producción es muy amplio (Katz, 1986; Vispo y Kosacoff, 1991). Se generan así significativas deseconomías de escala y alcance. El estudio histórico del desarrollo industrial en la Argentina también muestra de qué modo muchas empresas fueron construyendo su propia provisión de insumos y partes antes de que estuviera disponible una oferta (Borello, 1994; Leff, 1978). Estudios del caso argentino realizados en la última década muestran cosas similares e, inclusive, en algunos casos, involución en el proceso de división del trabajo (Fernández Bugna y Porta, 2008; Yoguel *et al.*, 2009).

Puede verse de este breve recorrido por la bibliografía existente que hay ciertas certidumbres acerca del panorama general en países como la Argentina. Falta, sin embargo, un examen más profundo de cuestiones más específicas relacionadas con la división del trabajo y la creación de externalidades asociadas. Si bien en la bibliografía se ha analizado la problemática de la integración/desintegración vertical, poco se ha avanzado en el estudio de los servicios y de los servicios a la producción en particular. Al mismo tiempo, no ha habido un interés por mirar de qué modo se llega a la explicitación de procesos y actividades dentro de un proceso de trabajo. Se ha tendido a ver ese proceso de explicitación como una caja negra.

Plantaremos en este texto que en países como la Argentina es necesario colocar la lupa en la instancia inicial de “explicitación” y en las dificultades para que eso suceda. Esto es, la fase de explicitación es la identificación y separación de partes de un proceso de trabajo en segmentos distintos y discretos de tal modo que sea posible diferenciar esas partes dentro de una organización. Esta diferenciación puede luego dar lugar a la constitución de una oficina técnica o un departamento de diseño e ingeniería. Eventualmente, este segundo paso puede llevar a la externalización total o parcial de algunas de esas actividades a otras firmas. Esto aumenta las probabilidades de concentrarse en ciertas actividades, funciones y/o productos o servicios (Pralhad y Hamel, 1990) y, al mismo tiempo, aprovechar las capacidades que ofrecen proveedores externos a la empresa (Langlois, 2003). Explicitar un proceso o actividad dentro de un conjunto de operaciones que conforman un proceso de trabajo es un paso previo a

la modularización y un paso necesario para una eficaz externalización de tareas. En general, en economías como la Argentina u otras del mundo menos industrializado (Chudnovsky y Nagao, 1987; Katz, 1986), en las que la producción de ciertos bienes se realiza en series cortas o en lotes pequeños o inclusive de forma casi artesanal, es mucho más común encontrar evidencias de “explicitación” que de modularización.

Un último punto para señalar es la cuestión de la especificidad del diseño naval ya que es una actividad que es parte constitutiva de la misma fabricación de barcos y, por lo tanto, los astilleros no pueden prescindir de ella, más allá de que puedan tercerizarla parcial o totalmente. Esto es, partimos de la premisa de que fabricar un barco implica, como toda fabricación de un objeto, su diseño, más allá de que ese diseño sea explicitado de manera consciente por el astillero. La decisión respecto a qué realizar dentro de los astilleros y qué contratar a estudios y profesionales externos resulta no solo de cuestiones más generales de tipo estructural, como el tamaño y las características del mercado, sino también de las visiones de los empresarios y directivos de los astilleros respecto al diseño. Esas visiones están alineadas en parte, como veremos, con el nivel de competencias que tienen las firmas en términos de sus formas de organizar el trabajo, sus actividades de capacitación, sus procesos de calidad y sus actividades de investigación y desarrollo.

## Los servicios a la producción y el diseño

Los servicios son parte de un conjunto de actividades muy diversas que no involucran ni la extracción, ni el cultivo, ni la transformación de materia, ni la transacción de bienes. Los servicios se sustentan –quizás en mayor medida que otras actividades– en capacidades, experiencias y conocimientos que tienden a residir más en las personas que en las máquinas. Gran parte de los servicios se producen al mismo tiempo que se consumen, cosa no necesariamente cierta en los servicios orientados a las empresas (Thrift, 2000). Los servicios a la producción proveen insumos intermedios que permiten producir, comercializar o distribuir otros bienes y servicios. Incluyen los servicios financieros (bancos, seguros), el asesoramiento legal y contable, la investigación y el desarrollo, la ingeniería y el diseño, la informática, el marketing, la publicidad, el transporte y la logística, etcétera. Muchos de estos servicios eran y son aún (en gran parte) provistos por las mismas empresas que los utilizan, en particular en los países menos industrializados.

Parte de la atención que reciben ahora los servicios tiene que ver con su creciente importancia en términos del producto y del empleo y con su creciente visibilidad a medida que empiezan a ser producidos por empresas independientes. Ha sido habitual, sin embargo, que los estudiosos se hayan concentrado más en la industria manufacturera y menos en los servicios (Bryson *et al.*, 1999: 134). Parte de las mejoras en la productividad general de la industria manufacturera y de otras actividades están estrechamente vinculadas a la aplicación de este tipo de servicios.

La bibliografía sobre servicios a la producción es relativamente reciente, más aún en países como la Argentina. En el caso específico del diseño industrial, prácticamente no hay estudios empíricos sobre su funcionamiento, organización y características geográficas ni en América Latina ni en el resto del mundo, con algunas excepciones puntuales (Ariza *et al.*, 2008; Silva Failde *et al.*, 2008; Sunley *et al.*, 2008; O'Connor, 1996; Vanchan, 2007).<sup>2</sup> Además, gran parte de los estudios existentes se refieren a la realidad de los países más industrializados y, en general, o adoptan una perspectiva de análisis relativamente agregada, o se ubican en una perspectiva demasiado micro.

Son y han sido escasos los estudios sobre el rol del diseño en la actividad productiva de países como la Argentina (Hecker, 2003: 103). No hay tampoco, con algunas pocas excepciones, estudios sobre la historia del diseño en la Argentina o sobre su relación con algunas actividades económicas. Bonsiepe señala que “el diseño es un fenómeno escandalosamente sub-investigado, en comparación con otros dominios de la vida humana” (Bonsiepe, 2003: 11). “...las investigaciones sobre el desarrollo tecnológico e industrial en América Latina no prestan, en general, debida atención a la dimensión del proyecto de los artefactos físicos y comunicacionales” (Bonsiepe, 2003: 10).

Desde la perspectiva de los países más industrializados, se conoce muy poco sobre el diseño fuera de Europa, Estados Unidos, Canadá y algunos países más (Woodham, 2006). Al mismo tiempo, los países menos industrializados conocen poco de su propia trayectoria en diseño. O, como lo plantea Bonsiepe parafraseando a un escritor argentino: “El Centro no

---

2 Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que desde la teoría de la innovación, los servicios son parte de las actividades innovativas –ingeniería y diseño industrial– y se los reconoce como fuente de valor agregado, de incorporación de conocimiento y de generación de ventajas competitivas dinámicas, tal como puede verse en el Manual de Oslo para los países desarrollados y en el Manual de Bogotá para América Latina. Véanse también los trabajos de Anlló y Suárez (2009) o Chudnovsky *et al.* (2004) para la Argentina.

sabe nada de la Periferia y la Periferia tampoco se conoce a sí misma" (Bonsiepe, 2003: 13).

La gran mayoría de los estudios existentes sobre los servicios a la producción tienden a asumir que hay una clara distinción entre esos servicios y otras actividades (industria, minería, agro). Se estudian los servicios a la producción como si fueran un conjunto de actividades claramente separadas de (por ejemplo) la producción industrial misma, cosa que no es así, al menos en el caso del diseño naval en la Argentina. En los países menos industrializados, el proceso de división del trabajo que lleva a la aparición de actividades de servicios es aún incipiente. Por lo tanto, para tener un panorama completo de las actividades proyectuales en la industria naval, es necesario investigar no solo los estudios y profesionales independientes que proveen servicios de diseño e ingeniería naval, sino también las actividades que se desarrollan dentro de los astilleros y de los talleres navales. Desde una perspectiva general más teórica, estudiar el diseño naval como parte de un conjunto de servicios a la producción que parecen tener una entidad propia profundiza una visión equivocada acerca de los servicios como conjunto autónomo de la economía con poca relación con las actividades fabriles, agropecuarias y extractivas.

Como veremos, en países como la Argentina, el proceso de división del trabajo es también incipiente si lo vemos en el nivel de los estudios de diseño, ya que suelen ser relativamente pequeños, muy orientados a una actividad específica dentro del diseño naval y con pocas competencias como para ofrecer a los astilleros un conjunto de servicios de asesoramiento que se apoyan en el diseño, pero que van más allá de él. Estas son cosas que parecen ser características de las empresas de diseño en los países más industrializados (Vanchan, 2007; Sunley *et al.*, 2008), pero no serían demasiado frecuentes en el mundo menos industrializado.

## Sobre el diseño

El desarrollo formal del diseño en cuanto campo de conocimiento es muy reciente, aunque su existencia como práctica es muy antigua. La juventud del diseño en cuanto campo académico y de formación quizás sea una de las razones que explican la dificultad para definirlo. Todos los autores y observadores coinciden en señalar que el término diseño no es sencillo de definir y que resulta difícil plantear una definición concisa y abarcativa (Woodham, 2006; Bonsiepe, 2008). Sin embargo, el diseño no lo es todo ni es cualquier cosa.

El diseño es un campo de práctica y de conocimiento holístico. Allí reside una de las dificultades para definirlo y demarcarlo adecuadamente. Hay en él componentes de planificación, de reflexividad y de visión global sobre el objeto o sobre el sistema y sus relaciones con sus usuarios, que son los que permiten hablar de la existencia misma de diseño.<sup>3</sup> Esa visión del todo es el proyecto y es la que emparenta al diseño con otras disciplinas y prácticas, como la arquitectura, la ingeniería, la planificación urbana, la comunicación y la gestión de negocios (*management*). El proyecto es el principal instrumento del diseño.

El diseño es un intento de abarcar (y resolver) todos los problemas que presenta un objeto o un sistema en cuanto forma, funcionalidad, estética y significado. La resolución de esos problemas mejora la calidad del uso, un criterio que abarca las dos dimensiones centrales de funcionalidad y estética (Bonsiepe, 2003: 10).<sup>4</sup> Según este autor, la resolución de esos problemas contribuye al aumento de la autonomía y ese es el principal criterio de éxito del diseño.<sup>5</sup> El criterio de Bonsiepe es de particular interés para un país como la Argentina por su dimensión política, cosa que examinaremos más adelante. O sea, los dos criterios que tradicionalmente son usados para juzgar la eficacia del diseño, la estética y la funcionalidad, pueden ser subsumidos en la cuestión de la autonomía, que los incluye pero que va más allá de ellos. Para Bonsiepe, el diseño exitoso, que promueve la autonomía, se opone, en el otro extremo, a la copia, que es el no proyecto, la claudicación de la autonomía. "...el no-proyecto, es decir la copia –práctica cortoplacista tan difundida en una considerable parte del empresariado latinoamericano que no confía en la innovación, y por eso tampoco en el diseño..." (2003: 12).

La cuestión de la autonomía coloca el diseño en un marco económico y social que trasciende preocupaciones típicas de los diseñadores y su marco de trabajo inmediato, como son la estética y la funcionalidad. De manera enfática, Bonsiepe señala que el diseño no es exclusivamente un fenómeno estético-visual, sino que es también un "fenómeno arraigado en la industria, en las empresas, en la economía y en las políticas de desarrollo tecnológico y social. El diseño es una realidad con un grado de complejidad que va mucho más allá de un mero hecho de estilo" (2003: 10).

---

3 El diseño puede ser reinterpretado como "the domain of the interface where the interaction between users and tools is structured" (Bonsiepe, 2003: 8).

4 "Yo interpreto el rol de los profesionales del diseño como responsables por la calidad de uso de los artefactos y de la información".

5 "Para mí el criterio más importante para un diseño exitoso es su contribución a la autonomía del usuario, del cliente o de la economía" (Bonsiepe, 2003: 11).

No todos los autores están de acuerdo con la visión de Bonsiepe, quien plantea una visión más moderna del rol del diseño en la cual este debe ser visto como parte constitutiva, necesaria e inescindible de los objetos que se utilizan en la vida diaria y en las herramientas y artefactos que hacen posible la sociedad moderna. Esa visión se opone a la idea del diseño como la obra de un artista. La idea de que las cosas de todos los días merecen una mejora a través del diseño se opone a la idea del diseño por y para elegidos (Norman, 2002). La idea de que es posible mejorar nuestra interacción con los objetos y los sistemas que constituyen la vida moderna a través de la aplicación del diseño supone un esfuerzo explícito de equipos de diversas disciplinas que confluyen en el diseño. Esto implica un relato diferente respecto al diseño y una perspectiva de política diferente: la democratización del diseño.

Como veremos en el análisis empírico, entre los directivos de los astilleros visitados todavía siguen existiendo visiones parciales acerca de la importancia y de la función del diseño. En parte, esas visiones parciales o, inclusive, el desconocimiento casi absoluto por parte de las empresas, de la importancia del diseño y la ingeniería es algo que ya algunas investigaciones puntuales han venido mostrando en el caso argentino (Tomassiello, 2008; Chiodi, 2005).

## La industria naval y el diseño en la Argentina

Si bien el diseño naval es una actividad relativamente poco importante en el conjunto de los servicios a las empresas, dentro de la industria naval argentina su importancia es fundamental. Puede afirmarse que en el pequeño conjunto de estudios independientes de diseño e ingeniería naval hay más profesionales proyectuales que en todos los astilleros privados que hay en el país.

Se trata, sin embargo, de un segmento de empresas en su mayoría muy pequeñas y muy nuevas creadas al calor de la expansión reciente de la industria naval argentina. Su aparición tiene mucho que ver con el cambio en el modelo macroeconómico que tuvo lugar en el país luego del 2002, pero, fundamentalmente, con una serie de elementos de la larga tradición náutica argentina. En esa tradición podemos incluir: la calidad de la formación universitaria (en el pasado, también técnica), el tamaño de sus clases medias y su ubicación cerca del frente fluvial y marítimo, la creación de capacidades y de proyectos interesantes en el ámbito naval por parte del Estado (como demandante, como constructor de embarcaciones y como formador de recursos humanos) y la creación y desarrollo de algunos

astilleros y estudios de diseño naval privados que han tenido continuidad en el tiempo y que han puesto en marcha proyectos importantes que han permitido la continuidad de las actividades proyectuales en el tiempo.

A estos elementos centrales locales y regionales debería sumarse la relación con el exterior: las tempranas y sostenidas relaciones con Europa y los Estados Unidos a pesar de los altibajos políticos y económicos y la continuidad de una relación con algunos astilleros y diseñadores de esos países.

### El diseño naval

En este texto utilizamos la expresión “diseño naval” para referirnos a las actividades proyectuales que se realizan antes, durante y después de la fabricación de una embarcación. Esas actividades incluyen desde el desarrollo, desde cero, de una nueva embarcación (incluyendo el diseño general y detallado, su volcado en planos, la realización de cálculos asociados y todo el consiguiente proceso de proyectación y ajuste de los diversos sistemas que conforman un barco moderno: hidráulica, cañerías, electricidad, etcétera) hasta actividades muy básicas de transcripción de planos. Las actividades que hacen los diseñadores navales son variadas, van desde la mera traducción y adaptación de planos de barcos importados a la Argentina (para ser presentados para su aprobación por la Prefectura Naval Argentina) hasta el desarrollo de un proyecto de construcción de un barco desde cero, pasando por el desarrollo de proyectos de modificación de embarcaciones existentes. Hay diseñadores e ingenieros navales dentro de algunos astilleros y en estudios independientes. Algunos estudios de diseño naval independientes trabajan para astilleros y estudios navales ubicados en el exterior, y una parte de la producción local de barcos se exporta, pero, en general, los diseñadores navales locales dependen, en gran medida, de la industria naval argentina y de sus ventas en el mercado doméstico.

En la práctica, resulta muy difícil establecer límites entre el diseño y la ingeniería naval. Tanto en los astilleros como en los estudios independientes de diseño naval, los que hacen estas actividades son ingenieros navales y mecánicos, arquitectos navales, técnicos navales y mecánicos y hasta algunos estudiantes avanzados e idóneos. Las actividades de diseño naval se realizan, en parte, en los astilleros y, en parte, en estudios independientes de diseño e ingeniería naval.

## La división del trabajo y la industria naval

En esta parte del trabajo presentaremos la información empírica recogida en una serie de entrevistas realizadas en astilleros y estudios de diseño naval argentinos. En el caso de los astilleros, la muestra incluye una significativa proporción de los astilleros privados de tamaño mediano y grande.<sup>6</sup> No incluye ni a los astilleros estatales ni a una importante proporción de los astilleros más pequeños. En el caso de los estudios de diseño naval, la muestra probablemente cubre al menos un tercio y quizás la mitad de los estudios existentes.

En la próxima sección presentaremos algunos datos generales del panel de astilleros relevados de tal modo de contextualizar la información que se analizará más adelante. En la siguiente sección se examinan las actividades de diseño naval que se realizan en los astilleros y se discuten las cuestiones que hacen a la división del trabajo dentro de los astilleros y hacia fuera de ellos. En la última sección se presenta información de los estudios de diseño naval y se describen sus actividades y sus relaciones con los astilleros y con otras empresas e instituciones.

### Descripción del panel de astilleros relevados

El panel está constituido por 26 empresas dedicadas a la reparación y construcción de embarcaciones, 18 de ellas pertenecen a la industria naval liviana y 8 a la subrama pesada. La industria naval liviana comprende la construcción, reparación y acondicionamiento de embarcaciones para la recreación y el deporte, generalmente construidas con resinas plásticas y fibra de vidrio (por ejemplo, veleros, lanchas, cruceros). Por su parte, la industria naval pesada forma parte de la industria metalmeccánica y engloba a las empresas dedicadas a la construcción, reparación y acondicionamiento de buques y artefactos navales utilizados como bienes de capital por otros sectores (por ejemplo, buques de guerra o defensa, barcos para transporte de mercancías, pesqueros).

---

6 En otros trabajos redactados en el marco de este mismo proyecto de investigación (Calá *et al.*, 2008; Morhorlang y Borello, 2011) y tomando diversas fuentes, se estimaba que en el año 2008 existían unos 370 astilleros y talleres navales en la Argentina. De ese total, unas 220 unidades productivas correspondían a la industria naval liviana; aunque solo 130 de ellos eran astilleros habilitados como tales por la Prefectura Naval Argentina; había una media docena de grandes astilleros (dos de ellos estatales) y una veintena de astilleros medianos orientados a la reparación y construcción naval pesada. Por último, podían contabilizarse algo más de 120 talleres navales, la mayoría de ellos orientados a la reparación.

La mitad de las empresas relevadas inició sus actividades luego de 1996, pero el panel de firmas incluye astilleros con más de sesenta años de experiencia en el mercado. El promedio se ubica en 1988 y la mediana en 1996. Ninguna de las empresas cuenta con participación de inversión extranjera y solo un 23% (6 firmas) de la muestra pertenece a pequeños grupos empresarios. El panel se compone por empresas pequeñas y medianas ya que tan solo dos empresas pueden ser consideradas grandes y ambas se dedican a la industria naval pesada. Las empresas con menos de 10 empleados representan el 45,5% del panel. Por su parte, un porcentaje similar se encuentra en la categoría de entre 10 y 50 empleados y tan solo un 9% se compone de firmas con más de 50 empleados.

Un 35% de las firmas del panel exporta. Entre las empresas exportadoras se encuentran sobrerrepresentados los astilleros pertenecientes a la industria naval liviana, que, en términos agregados, han mejorado notablemente su desempeño exportador desde el comienzo de la etapa de posconvertibilidad en la Argentina. Así, mientras entre los livianos el 44% exporta, entre los pesados, solo lo hace el 13%.

## La división técnica del trabajo y el diseño naval en los astilleros

### Inversiones en diseño

El 66% de las firmas realizó inversiones en el área de diseño durante los tres años anteriores a la encuesta, aunque los montos de dichas inversiones fueron relativamente modestos y, en muchos casos, difíciles de estimar para muchos astilleros.<sup>7</sup> Dicho porcentaje coincide con el porcentaje de firmas que afirmó realizar actividades proyectuales (tabla 2). Desde el punto de vista de los resultados, las actividades de diseño y desarrollo de dos tercios de los astilleros durante los últimos tres años impactaron positivamente en el incremento de la facturación de las firmas, la rentabilidad, la participación en el mercado, las exportaciones y en la realización de cambios organizacionales (tabla 1). Los astilleros destacan que el impacto de las actividades de diseño fue mayor en la facturación y en la productividad (alrededor del 70% responde que el impacto fue significativo o muy significativo). En un rango menor se ubican los impactos sobre la participación en el mercado, la rentabilidad y la organización interna (alrededor del 35% responde significativo o muy significativo).

---

7 Si bien se indagó en la encuesta acerca de los montos invertidos en diseño, resultó muy complejo para la mayoría de los entrevistados cuantificar con precisión esa inversión.

En línea con la idea que venimos manejando respecto a la visibilidad del diseño y la relación de estas actividades con cambios internos, por ejemplo, con modificaciones en el patrón de división del trabajo, los datos analizados muestran que los astilleros les reconocen a estas actividades poca influencia en la organización interna de las firmas.

Tabla 1. Impacto de las actividades de diseño y desarrollo en los astilleros (en porcentaje)

	Nulo o poco significativo	Significativo	Muy significativo	TOTAL
<b>Impacto de las actividades de diseño y desarrollo en:</b>				
Incremento de la facturación	29	53	18	100
Productividad	35	53	12	100
Aumento en la participación de mercado	65	23	12	100
Rentabilidad	65	23	12	100
Organización interna	59	29	12	100
Aumento de las exportaciones	72	14	14	100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta sobre la Industria Naval Argentina, UNGS-UMdP (2008).

### División del trabajo y diseño en los astilleros

Como muestra la tabla 2, el 66% (14 firmas) de los astilleros entrevistados aseguró realizar al menos algunas actividades de diseño ya sea por sí mismos, en conjunto con estudios de diseño externos (de forma mixta) o tercerizando completamente esas actividades. Es el mismo grupo de firmas que afirmó realizar inversiones en diseño en la sección anterior. Sin embargo, un nada despreciable tercio (33%) afirmó no realizar actividades de diseño ni por sí mismos ni tercerizándolas; porcentaje similar al de astilleros que tienen el diseño completamente integrado. La realización de diseño en forma mixta es la modalidad elegida por un 14% de las firmas del panel. Por último, un 19% de los astilleros contrata a terceras empresas, estudios de diseño, estudios de ingeniería naval o profesionales independientes, para el desarrollo de todas las actividades de diseño.

Tabla 2. Utilización y origen de los servicios de diseño por parte de los astilleros relevados

	<b>Porcentaje</b>
No realiza actividades de diseño ni las contrata externamente	33
Realiza solo internamente	33
Contrata externamente todas las actividades de diseño	19
Realiza internamente y también contrata estudios y profesionales externos	14
	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta sobre la Industria Naval Argentina, UNGS-UMdP (2008).

Si nos detenemos un momento en los datos que acabamos de describir y los relacionamos con la discusión previa sobre diseño y diseño naval, vemos que el diseño es inescindible de la fabricación de embarcaciones: esto quiere decir que el tercio de astilleros que afirma no realizar actividades de diseño simplemente no hace esa actividad explícita. Una posibilidad es que la firma no haya dado los pasos necesarios para separar, dentro del proceso de trabajo que lleva a la construcción de un barco, las actividades de diseño; en este caso, podríamos hablar de un modelo artesanal de producción en el cual las actividades de diseño no están claramente separadas de las otras relacionadas con la fabricación. Esto quiere decir que esas actividades de diseño no están objetivadas y, presumiblemente, no están ni jerarquizadas ni integradas ya que forman parte de diversos procesos dispersos. Una segunda posibilidad es que el astillero resuelva la actividad de diseño a través de la copia; esa copia puede tomar varias formas. Por ejemplo, en la industria naval liviana, esa copia puede tomar la forma directamente de matrices alquiladas sobre las que se moldea el casco de resinas y fibras sintéticas. En este caso, el diseño del casco se transforma en una caja negra. En otros casos, se puede tratar directamente de la copia de planos.

Que un tercio de los astilleros afirme no realizar actividades de diseño nos está señalando que, para esas firmas, el diseño no es una actividad importante. Al mismo tiempo, esta información nos sugiere que, quizás, la visión de muchos de los astilleros respecto al diseño sea parcial, cosa que examinaremos a continuación.

## Significado del diseño para los astilleros

La encuesta realizada a los astilleros incluyó una pregunta abierta que refería a la importancia del diseño para la empresa. La pregunta era: “Explique brevemente cuál es la concepción de desarrollo de productos y/o diseño que existe en su empresa. (¿Qué importancia cree que tiene para su negocio el diseño y el proceso de desarrollo de embarcaciones?)”.

La respuesta a esa pregunta resultó muy disímil entre empresas, lo que parece sugerir que no hay una visión compartida entre ellas respecto a este tema. Es más, muchos entrevistados parecieron sentirse intimidados y confundidos por la pregunta, lo que puede ser interpretado como que el tema diseño no es un asunto discutido frecuentemente en las empresas y en el sector; o, como se diría en inglés, no es una *issue*.

Hay un grupo relativamente importante de astilleros que considera las actividades proyectuales centrales: “El diseño es fundamental”. “En el diseño vuelco todo mi conocimiento para mostrar que mi producto es el mejor”. “El diseño es fundamental para evitar la competencia”. “Es lo más importante. Es la clave del producto para la venta”. “Su importancia es muy grande. Permite producir barcos acorde a la tendencia internacional”. “El diseño es fundamental. Es la génesis del proyecto en la empresa. Hay mucho desarrollo de diseño, comparable con estándares internacionales; han recibido excelentes comentarios de visitantes”.

Sin embargo, en un número significativo de casos, las respuestas revelan algo que ya vimos en el gráfico anterior: muchos astilleros no hacen diseños propios ni los contratan afuera. Por ejemplo, un astillero responde: “Empezamos alquilando matrices de barcos y las matrices vienen con los planos”. Esto es, la dimensión proyectual queda reducida a nada. Otra explicación para la limitada actividad proyectual en los astilleros es directamente la copia: “Se sigue una línea de diseño italiana muy importante”. Algunos de los entrevistados equiparan el diseño naval con la estética y con una estética para elegidos. Así parece que se debe diseñar el *layout* de un yate de lujo, pero no el interior de un barco de pesca. Cuando, en realidad, el diseño naval es todo lo que gira alrededor de la actividad proyectual desde la concepción de las formas hasta la distribución de las redes eléctricas y de las diversas áreas dentro de una embarcación.

Resumiendo lo visto en los párrafos precedentes, podemos señalar que una parte de los astilleros sostiene: la idea de que es posible fabricar un barco sin que estén presentes las actividades proyectuales; y, relacionada con este punto, la noción de que el diseño es una cuestión limitada fundamentalmente a la estética; la idea de que las actividades de diseño no son necesarias en ciertos tipos (y partes) de barcos; la idea de que el diseño

es solo funcional y la idea de que resignar autonomía a través de la copia no es algo relevante.

Una de las razones que explicarían, en parte, la existencia de una visión parcial respecto del diseño o, para una parte de la muestra, directamente la negación de la importancia de esta actividad para la fabricación de barcos, es el relativo aislamiento de los astilleros respecto a diversos agentes, cosa que examinaremos a continuación.

### Los nexos con agentes comerciales como centrales para obtener información sobre diseño

La encuesta relevó información acerca de las vinculaciones actuales de los astilleros con distintos agentes y de los objetivos de tales vinculaciones. Los entes considerados fueron instituciones empresariales, instituciones y programas públicos, y agentes comerciales. Tan solo un 4% de las empresas relevadas afirmó vincularse con alguno de dichos agentes con el objetivo de recibir asistencia técnica o apropiarse de información y/o conocimiento referente a la actividad de diseño. La fuente principal de información técnica para los astilleros son los estudios y profesionales independientes de diseño ya que, en general, los nexos con otros agentes son muy limitados.

De todos modos, el 23% de las firmas aseguró haber recibido, alguna vez, asistencia técnica en el área de diseño por parte de agentes comerciales, esto es, por parte de estudios externos de diseño e ingeniería naval. Un 19% afirmó haber recibido algún tipo de asistencia técnica de instituciones empresariales (por ejemplo, cámaras empresarias y asociaciones profesionales). Por último, ninguno de los astilleros relevados ha recibido asistencia técnica por parte de instituciones y programas públicos.

La información que acabamos de presentar coincide con el patrón de división del trabajo que mostramos en la tabla 2, esto es que el diseño naval sigue siendo una actividad que, en gran parte, se sigue realizando en los astilleros. Sin embargo, a pesar de la limitada interacción de los astilleros con agentes externos, se destaca el rol de los estudios de diseño e ingeniería naval. La información presentada también permite argumentar que la visión parcial que tienen muchos astilleros respecto del diseño deviene de su escasa vinculación e interacción con agentes externos. Veremos también, en los párrafos que siguen, que hay una asociación positiva entre nivel de capacidades tecnoproductivas de los astilleros y la división del trabajo respecto al diseño.

### Diseño naval y competencias

En esta sección analizaremos la relación entre competencias internas y formas de encarar las actividades de diseño. El indicador de competencias internas fue elaborado a partir de la indagación de una serie de temas en los astilleros contactados (organización del trabajo, capacitación, investigación y desarrollo, y gestión de la calidad; para más detalle, ver el apéndice al final de Morhorlang y Borello (2011). Debido a la falta de respuesta de algunas variables, solo fue posible elaborar indicadores de competencias endógenas para 17 de los 26 astilleros relevados.

Como vemos en la tabla 3, todos los astilleros que no realizaron inversiones en actividades de diseño y desarrollo tienen competencias bajas. Entre los que sí realizaron este tipo de inversiones en los últimos tres años, la mitad tiene competencias medias y altas.

Tabla 3. Inversiones en actividades de diseño y competencias internas (en porcentaje)

Competencias internas	¿En los últimos tres años realizó inversiones orientadas al diseño y desarrollo de productos?	
	Sí	No
Bajas	50	100
Medias	33	0
Altas	17	0
Total	100	100

N: 17 casos

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta sobre la Industria Naval Argentina, UNGS-UMdP (2008).

El cruce entre competencias y realización de actividades de diseño nos muestra que hay una asociación positiva entre un enfoque mixto (en el cual las actividades de diseño son realizadas por personal interno del astillero con la concurrencia de profesionales o estudios externos de diseño) y competencias internas de los astilleros (tabla 4). Mientras que todos los astilleros que dicen no realizar ninguna actividad de diseño (sea por sí mismos o contratando a profesionales o estudios externos) tienen competencias bajas. En una situación también desfavorable respecto a sus competencias se ubican aquellas firmas que realizan todas sus actividades

de diseño con su propio personal ya que el 64% tiene competencias bajas. Finalmente, en una posición intermedia se ubican aquellos astilleros que contratan externamente todas sus necesidades de diseño.

Tabla 4. Realización de actividades de diseño y competencias internas (en porcentaje)

Nivel de competencias internas	Realización de actividades de diseño			
	Realiza solo internamente	Contrata externamente todas las actividades de diseño	Realiza internamente y también contrata estudios y profesionales externos	No realiza actividades de diseño ni las contrata externamente
Bajas	64	50	0	100
Medias	27	50	0	0
Altas	9	0	100	0
Total	100	100	100	100

N: 17 casos

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta sobre la Industria Naval Argentina, UNGS-UMdP (2008).

### A modo de síntesis

Un grupo significativo de las empresas relevadas (un tercio) afirma no haber realizado actividades proyectuales, aunque lo que sucede en realidad es que esas actividades o no están explicitadas o se ocultan dentro de la caja negra de la copia. Estos son los astilleros que no han hecho inversiones recientes en actividades de diseño. A esto se suma que un grupo también importante de la muestra no parece encontrar una conexión significativa entre sus actividades de diseño y el impacto que estas tienen sobre ciertos parámetros centrales de desempeño exitoso de una empresa en el corto y mediano plazo.

Se perfila así una cuestión sugerida por Bonsiepe en sus consideraciones generales sobre el diseño en países menos industrializados como los de América Latina: la falta de autonomía que surge de la copia y del no proyecto. Los datos también sugieren una visión elitista del diseño, en los astilleros, ya que es posible fabricar barcos sin hacer intervenir explícita-

mente el diseño, como si el diseño fuera un agregado y no parte constitutiva de los objetos que se fabrican.

Vimos en las secciones precedentes que hay una relación positiva entre explicitación de la función diseño y competencias, ya que aquellos astilleros que no tienen explicitada esa función muestran competencias bajas. Los datos presentados parecen sugerir una asociación mejor en los casos de aquellos astilleros que complementan sus equipos internos de diseño con la contratación de profesionales y estudios de diseño independientes.

La información recogida respecto a los nexos de los astilleros con diversos agentes e instituciones muestra que estas empresas están relativamente aisladas. En un marco de relativo aislamiento, sin embargo, se destacan las conexiones con agentes comerciales en lo que se refiere al diseño. Esos agentes comerciales son los pequeños estudios y profesionales independientes que se dedican a actividades de diseño e ingeniería naval. En la próxima sección describiremos a esos agentes y sus relaciones con su mercado: astilleros, armadores, otros estudios de diseño e ingeniería naval.

### La división social del trabajo y las actividades de diseño naval en los estudios independientes

En esta sección haremos un análisis de la problemática de la división del trabajo desde la perspectiva de los pequeños estudios de diseño naval. Vimos en el análisis de lo que sucede dentro de los astilleros que las actividades de diseño naval están altamente integradas ya que, inclusive, una parte de los astilleros (alrededor de un tercio de la muestra) ni siquiera ha explicitado esas actividades. Sin embargo, otro tercio de la muestra de los astilleros relevados contrata total o parcialmente sus actividades de diseño a estudios independientes. Desde el plano de los astilleros, en esos estudios se materializa la división social del trabajo en términos del diseño. A su vez, es posible examinar la división técnica del trabajo en los mismos estudios. Son esas dos perspectivas, la de los estudios como vehículos de la división social del trabajo de los astilleros y la de los estudios independientes en términos de la división interna de tareas y también de su externalización, las que guiarán las próximas páginas. Privilegiaremos en el análisis la primera perspectiva.

En esta parte del artículo haremos, primero, una descripción sintética de la muestra de estudios contactados para luego analizar: a) el lugar que ocupan los estudios en la división de las tareas de diseño en el conjunto productivo naval; b) las competencias de los estudios de diseño; y c) la

visión que tienen los profesionales que lideran los estudios contactados respecto a la valoración del diseño en el conjunto productivo naval.

### Características generales de los estudios relevados

El grupo de estudios y profesionales independientes relevados constituye una muestra importante de los estudios de diseño e ingeniería naval existentes en el país. Si bien no hemos encontrado un padrón actualizado de estudios y profesionales en actividad dedicados, al menos en parte, a actividades proyectuales o asociadas, nuestro trabajo de campo nos permite afirmar que la muestra relevada constituye al menos un tercio y quizás la mitad del total de los estudios existentes en la Argentina.<sup>8</sup> A junio del 2009, el Consejo Profesional de Ingeniería Naval registraba 480 personas entre ingenieros, arquitectos, técnicos navales y otros profesionales matriculados.<sup>9</sup>

Se hicieron entrevistas a los dueños o principales referentes de un grupo de 14 estudios de diseño e ingeniería naval. Los estudios están localizados en el centro y norte de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y en los suburbios al norte de esa ciudad: San Isidro, San Fernando y Tigre, entre otros. Se visitaron también dos estudios en Mar del Plata.

Como veremos en las secciones que siguen, se trata de estudios muy pequeños que ocupan a alrededor de tres personas y que, en una gran proporción, fueron creados luego del 2002. Están liderados por diversos profesionales (la mayoría universitarios) graduados en universidades argentinas y, en su mayoría, en las carreras de ingeniería o arquitectura naval. La tradicional división entre industria naval liviana y pesada orienta a la mayoría de los estudios. Dentro de la industria naval pesada, una parte de los estudios vende sus servicios a las actividades pesqueras. Una parte muy significativa de los socios y de los técnicos que trabajan en los estudios ha navegado o navega o viene de una familia de navegantes y muchos vivieron durante la infancia cerca de la costa.

---

8 Los dos estudios más importantes de industria naval liviana son el de Germán Frers y el de Gino Gandino, seguidos por algunos relevados en nuestra encuesta. Hay también capacidades de diseño significativas en algunas oficinas técnicas de unos pocos astilleros livianos. En cuanto a la náutica pesada, gran parte de las capacidades proyectuales están dispersas entre pequeños estudios y profesionales independientes (algunos incluidos en nuestro relevamiento), en las oficinas técnicas de un par de astilleros ubicados en Mar del Plata (SPI, Contessi) y en los astilleros estatales (Río Santiago, Tandano).

9 Sin embargo, muchos profesionales que ejercen la profesión no están en ese listado. Al mismo tiempo, muchos matriculados no ejercen su profesión y, de los que lo hacen, gran parte no se dedica a las actividades proyectuales.

## División del trabajo y estudios de diseño naval

La mayoría de los estudios visitados vende sus servicios fundamentalmente a la industria naval liviana, esto es, el diseño de veleros y cruceros. Algunos estudios se orientan a actividades de diseño asociadas a la fabricación, modificación y reparación de barcos pesqueros, y otros, a la industria naval pesada (barcazas, reparaciones y transformaciones). Los clientes son, en el caso de la industria naval liviana, particulares, astilleros y otros estudios; en el caso de la pesada, armadores, astilleros y también otros estudios.

Así los astilleros son solo una parte de los clientes de los estudios ya que ellos también trabajan para particulares y armadores y para otros estudios. Aunque hay una evidente especialización en la orientación de los estudios en tres direcciones centrales –naval liviana, pesada en general y pesca–, la mayoría de los estudios encara proyectos bastante diversos. O sea que, según varios de los entrevistados, en mayor medida de lo que sucede en Europa o en los Estados Unidos, hay una tendencia a una perspectiva menos especializada y más generalista. Según uno de los entrevistados, a pesar de que se especializan en ciertas cosas, a veces, por falta de trabajo, deben hacer trabajos que no son de su especialidad: “Abren el abanico (de productos) por necesidad”. Al mismo tiempo, sin embargo, ninguno de los estudios visitados provee un conjunto más amplio de servicios de consultoría y asesoramiento al resto del aparato productivo naval, cosa que sí sucede en una parte de los estudios de diseño (orientados a diversas actividades) en los Estados Unidos y en Europa (Vanchan, 2007; Sunley *et al.*, 2008). Nos referimos a una especialización de los estudios en términos de los tres grandes campos que definimos antes pero, además, hay subespecializaciones (por ejemplo, en barcos de competición o en cruceros dentro de la industria naval liviana, o en barcazas dentro de la pesada) y también se encuentran ciertas especializaciones temáticas. Por ejemplo, el cálculo de estabilidad o de estructuras, el diseño de interiores o de diversos sistemas de apoyo, como el eléctrico.

Por su pequeña dimensión, las capacidades de los estudios para explicar ciertas funciones dentro de ellos son relativamente limitadas: “todos hacemos de todo”. Aunque en algunos estudios conformados por dos o más socios con experiencias y capacidades distintas, se da cierta división de tareas. Muchos de los estudios visitados son liderados por una persona que trabaja con profesionales más jóvenes o, en muchos casos, con estudiantes avanzados. En esos casos, el dueño del estudio es quien suele concentrar las relaciones con los clientes, y eventualmente (en algunos proyectos) con otros estudios o profesionales externos, la realización de los bosquejos iniciales, el seguimiento de los proyectos y su terminación;

en estos estudios, los profesionales jóvenes o los estudiantes avanzados son los que llevan adelante las tareas de menor complejidad cognitiva, como la elaboración en detalle de los planos.

Muchas veces, y en especial en proyectos relativamente grandes para la capacidad de cada estudio, se recurre a especialistas externos al estudio localizados en la Argentina, pero también en otros países. También se recurre a otros estudios o a profesionales externos en aquellos casos en los que se requieren capacidades especiales con las que el estudio no cuenta. En general, los profesionales a los que se recurre son gente que se conoce desde la universidad en la que estudiaron los socios o que se conocieron en el ámbito de proyectos anteriores. Sin embargo, y con algunas excepciones, son raros los casos de estudios que permanentemente trabajen en redes importantes de estudios y profesionales.

Una parte importante de los estudios visitados vende parte de sus servicios en el exterior, cosa que también sucede con otros estudios importantes que no han sido relevados en esta investigación, como los estudios de Frers y de Gandino. Esto se ve reflejado en, por ejemplo, el hecho de que casi todas las empresas tienen sus sitios web en castellano y en inglés (algunos inclusive en italiano, chino o japonés). En esos sitios de Internet, los estudios muestran sus productos y servicios, su trayectoria y antecedentes y los de sus socios. En el caso de las empresas que se dedican a las embarcaciones deportivas para regatas, también suelen incluir los premios obtenidos por los barcos que diseñaron. A pesar de que la mayoría de los estudios vende, casi por definición, un bien intangible, la relación con los mercados externos no es tan sencilla ni poco problemática y son pocos los que venden sus servicios mayormente en el exterior.

Son limitados los nexos que tiene la mayoría de los estudios con diversas instituciones empresariales. Están prácticamente ausentes los nexos sustanciales con las universidades (con la excepción del caso de la carrera de arquitectura naval de la Universidad de Quilmes). Por ejemplo, no parece haber proyectos conjuntos de colaboración con ellas. En general, son escasos o nulos los vínculos significativos con el sector científico y tecnológico.

### Competencias de los estudios visitados

No fue posible medir las competencias de los estudios de diseño naval del mismo modo que lo hicimos en los astilleros. Una de esas razones se asocia a la dificultad de medir competencias en una actividad de servicios con un instrumento pensado para la actividad manufacturera. Asociada a esto está la dificultad de medir actividades de innovación en servicios,

algo reconocido por la bibliografía existente. Otras razones tienen que ver con el pequeño tamaño de los estudios de diseño y la falta de formalización de sus procedimientos internos. Las observaciones que hacemos a continuación se basan en una guía sistemática de preguntas aplicada a todos los estudios en los que se indagó acerca de su tamaño, actividades, activos físicos, patrón de compra-venta, características de los socios y sus antecedentes educativos y laborales.

A partir de la realización de una serie de estudios en diversos sistemas productivos (Yoguel *et al.*, 2009), sabemos que, en general, hay una fuerte asociación positiva entre tamaño y competencias por lo que creemos que estas son relativamente limitadas en la muestra de estudios de diseño naval visitados. Se trata de estudios muy pequeños<sup>10</sup> que no ocupan más de tres personas. Uno solo es más grande que el promedio y ocupa a seis personas. Pocos tienen pasantes. Las experiencias previas de los socios principales son variadas, pero muestran la importancia de los estudios de diseño más grandes y establecidos y de algunos astilleros privados y públicos que han desarrollado proyectos interesantes (cuadro 1). En el marco de esas empresas y en el conjunto de relaciones que establecen con otras firmas, muchos de los socios han adquirido su experiencia previa.

#### Cuadro 1. Antecedentes educativos y laborales de una muestra de diseñadores navales

##### *Instituciones de formación*

Ingeniería Naval, ITBA (Buenos Aires, Argentina)

Ingeniería Naval, UTN (Mar del Plata, Argentina)

Arquitectura Naval, Universidad Nacional de Quilmes (Argentina)

Arquitectura Naval, Southampton Institute of Higher Education (Reino Unido)

##### *Lugares donde trabajaron antes de constituir el estudio actual*

##### *Estudios de diseño e ingeniería naval argentinos*

Néstor Volcker Yatch Design (Vicente López)

Frers Naval Architecture & Engineering (Acasusso, Argentina; Milán, Italia)

Soto Acebal Naval Architects (Buenos Aires)

Estudio Martín Billoch (San Fernando)

Horacio Ezcurra, arquitectura naval (Buenos Aires)

10 Respecto a grandes estudios en Estados Unidos y en Europa.

*Estudios de diseño e ingeniería naval extranjeros*

Bruce Farr Yacht Design (Annapolis, Maryland, Estados Unidos)

Sparkman &amp; Stephens (astillero y estudio de diseño naval, Nueva York)

Reichel/ Pugh Yacht Design (San Diego, Estados Unidos)

Juan Kouyoumdjian (diseñador de barcos argentino radicado en Valencia, España)

Vismara Yacht Design (Viareggio, Lucca, Italia)

*Astilleros en Argentina*

Astillero Río Santiago (astillero estatal, Ensenada)

SPI (Mar del Plata)

Compañía de Barcos (San Fernando)

Astillero Contessi (Mar del Plata)

Oceantech (Tortuguitas)

Astillero de la Universidad Nacional de Quilmes

Southern Winds

*Otras empresas*

Ingeniería LPL (fabricación de piezas especiales en aluminio, San Fernando)

Harken Argentina (fabricación de piezas navales en materiales especiales, San Fernando)

Ford Argentina

La trayectoria y la antigüedad de la firma también tienen un impacto en las competencias y, en esta dimensión, la relativa juventud de la mayoría de los estudios también nos estaría indicando ciertas limitaciones. Casi todos los estudios relevados fueron fundados luego del año 2002, con la excepción de dos de ellos que tienen alrededor de 30 años. Las edades aproximadas de los socios principales de los estudios visitados muestran el impacto de la crisis de la década del 1990 en la formación ya que casi el 40% de la muestra tiene alrededor de 50 años, 10% cerca de 60 años y 50% alrededor de 33 años. O sea, no hay profesionales que se hayan graduado a fines de esa década y que tuvieran entre 40 y 50 años en el momento de hacerse esta encuesta, en el 2008. Una muestra de ingenieros y arquitectos navales y de otros profesionales dedicados a la industria naval registrados en el Consejo Profesional de Ingeniería Naval es coincidente con esto tal como podemos observar en la tabla 5.

Tabla 5. Fechas de graduación de una muestra de profesionales navales

<b>Número de personas</b>	
1965-1969	1
1970-1979	14
1980-1989	12
1990-1999	1
2000-2008	1
Sin datos	2
<b>Total</b>	<b>31</b>

Fuente: Padrón de matriculados del Consejo Profesional de Ingeniería Naval, CPIN, que registran sus antecedentes profesionales.

Casi la mitad de los socios principales de los estudios relevados son arquitectos navales (en general, los más jóvenes) y la otra mitad son ingenieros navales y mecánicos; hay también algunos técnicos navales y mecánicos. Las barreras a la entrada, esto es, los impedimentos para abrir un negocio de este tipo, son bajas desde el punto de vista de la inversión física y, de hecho, la mayoría de los estudios visitados, inclusive aquellos más formalizados, tenían muy pocas inversiones en edificios e instalaciones.

A continuación se presenta una descripción de uno de los estudios más formalizados:

La oficina donde opera el estudio de diseño tiene 70 metros cuadrados. Está dividida en dos sectores: uno donde se ubica el socio fundador, donde nos atendió, y otra dedicada a las actividades de diseño, compartida por dos diseñadores: un estudiante de la carrera de arquitectura naval (le queda una materia pendiente para recibirse) y un ingeniero naval, que además es profesor de ingeniería naval de la Universidad de Buenos Aires.

En general, en todos los estudios hay computadoras relativamente potentes que permiten manejar archivos gráficos muy grandes, pero casi nadie tiene periféricos especiales, como plotters o impresoras de planos. Si bien prácticamente todos los entrevistados conocen y utilizan sistemas informáticos específicos para la elaboración de planos navales, casi ninguno de ellos utiliza los sistemas más caros y complejos y muchos de ellos hacen uso de versiones no originales de esos sistemas. Como lo comenta uno de los entrevistados:

El Autoship y los otros programas son muy caros para adquirirlos legalmente. Por ejemplo, el Autoship cuesta de 35.000 a 40.000 dólares por una licencia. El Autocad legal sale más o menos 5.000 dólares. El Autoship es un programa para cálculo estructural por elementos finitos. El costo del software no tiene relación con la facturación que puede hacer un estudio en la Argentina. Pero sin programas de computación no se puede trabajar.

Nadie utiliza sistemas expertos para el diseño naval.<sup>11</sup>

Prácticamente todos los estudios contactados tienen un sitio de Internet, muchos de ellos en castellano y en inglés. Sin embargo, con algunas excepciones, la inversión dedicada a mejorar, actualizar y perfeccionar las páginas de Internet no es demasiado importante. En la mayoría de los estudios, no hay una formalización de los procedimientos utilizados para convertir una idea o una demanda de un cliente en un proyecto acabado. Esto probablemente tenga que ver con el reducido tamaño de la mayoría de los estudios, con la pequeña escala a la que trabajan y con las características de las demandas de sus principales clientes locales, los astilleros, que no suelen tener oficinas técnicas importantes.

#### Relatos sobre la desvaloración del diseño en el sistema productivo naval

La mayoría de los estudios y profesionales visitados sostiene que su actividad es aún poco valorada por muchos armadores y astilleros que no creen relevante hacer inversiones en ese sentido, cosa que, en parte, pudimos observar en el análisis de los datos recogidos en los astilleros. Como argumentamos en la sección general sobre diseño, los pocos estudios e investigaciones existentes acerca de la relación entre el diseño y la ingeniería y la actividad económica en la Argentina apuntan a la visión parcial cuando no a la desvalorización de estas actividades por parte de los empresarios (Tomassiello, 2008; Chiodi, 2005). En las entrevistas que realizamos a los estudios de diseño nos encontramos con dos relatos que muestran de forma bastante clara esa visión parcial y esa desvalorización.

#### “Al calamar no le importa con qué lo pesco”

Uno de los entrevistados nos contó la siguiente historia. Cuando trabajaba en el área de investigación y desarrollo de un importante astillero estatal, habían desarrollado el prototipo de un barco para pescar calamar.

11 Véase la reseña de Park y Storch (2002).

Se preveía que la embarcación contara con un diseño, ingeniería y equipamiento para la pesca y las comunicaciones a la altura de las mejores embarcaciones de pesca desarrolladas en otros países. El barco costaría, aproximadamente, cinco millones de dólares. Como parte de un sondeo inicial de factibilidad del proyecto, un equipo de ingenieros del astillero visitó al titular de una importante empresa pesquera, dueño de varias embarcaciones. Le explicaron al dueño de la firma pesquera los alcances y características del proyecto. El interlocutor escuchó cuidadosamente el relato y luego sacó una foto de un barco quemado que acababa de comprar por 80.000 dólares en el sudeste asiático y que iba a acondicionar por otros 200.000 dólares. Cuando el jefe del equipo de ingenieros le dijo que no era lo mismo ese barco que el que él le ofrecía, el armador retrucó: "pero el calamar no se da cuenta porque al calamar no le importa con qué lo pesco".

La legislación existente permite la importación de barcos usados que luego son reacondicionados en la Argentina. Muchos de esos barcos pesqueros son importados del sudeste asiático y, de acuerdo con relatos de varios entrevistados, muchas veces no reúnen buenas condiciones de confort para las tripulaciones que se deben embarcar por períodos de hasta tres y cuatro semanas. Por ejemplo, tienen literas ajustadas a la altura media de tripulaciones filipinas y chinas; también privilegian la estiba de pescado o mariscos y no el confort de la tripulación. También han aparecido críticas a la seguridad de esos buques luego de algunos episodios de hundimiento de algunos de ellos cerca de la costa argentina.

La crítica a la importación de buques pesqueros usados y a su acondicionamiento en la Argentina también se extiende a otro tipo de embarcaciones, como las barcazas que se utilizan para el transporte de productos a granel en la hidrovía del sistema del río Paraná, que conecta el Río de la Plata con el sur de Brasil, gran parte del Paraguay y el este boliviano. Por medio de convoyes de barcazas a empuje, se trasladan grandes tonelajes de porotos de soja y de mineral de hierro. En los últimos años se importaron algunas barcazas en desuso que se trajeron del río Mississippi. Para ampliar su capacidad, algunas de esas barcazas fueron agrandadas. En algunos casos, esas refacciones no se hicieron con el suficiente soporte técnico y el cálculo adecuado de tal manera de reforzar adecuadamente su estructura. Se registraron algunos casos de hundimiento de esas barcazas. Uno de ellos fue el de la barcaza Alexander 01, que se hundió en segundos frente al muelle de la empresa siderúrgica Siderar, en San Nicolás, luego de, literalmente, partirse en dos (el relato del accidente y la posterior recuperación de la barcaza y de la carga de mineral de hierro pueden consultarse en: <http://www.rn-salvamento.com/Salvamentos.htm>).

La anécdota que hemos relatado sobre el hecho de que es posible pescar con barcos usados y reacondicionados, pero que tienen serios problemas para brindar confort y seguridad a la tripulación y, en algunos casos, un cuestionable desempeño en cuanto a su navegabilidad, es una anécdota amarga que habla no ya de un desprecio por el diseño y la ingeniería, sino de serios problemas de funcionamiento del sistema de instituciones que regulan el uso de embarcaciones en la Argentina. En particular, nos referimos a las entidades que agrupan a los trabajadores y a las entidades estatales de control, como la Prefectura Naval Argentina.

“¿Te voy a pagar por un papel?”

Una segunda anécdota es la del cuestionamiento de algunos armadores respecto a la importancia de una actividad que se manifiesta como algo intangible. Estas personas preguntan “¿por qué te voy a pagar por un papel?”.

En el caso anterior, el desprecio al diseño y la ingeniería se basa en la confirmación empírica de que es posible pescar sin tener en cuenta ni el confort ni la seguridad y, además, que nadie se queja, ¡ni siquiera el calamar! En este caso, el cuestionamiento viene por el lado de que el diseño se trata, fundamentalmente, de algo intangible, “un papel”, y que no tiene sentido pagar por algo que no tiene casi entidad física.

### La problemática de la división del trabajo en los estudios de diseño naval

En esta sección hemos hecho una descripción de los estudios de diseño naval a través de un examen de las principales actividades que realizan y de sus competencias. También analizamos el patrón de división del trabajo en el que están inmersos tanto desde la perspectiva de los astilleros como desde la propia división interna de tareas en los estudios. Nos asomamos también, a través de dos anécdotas, a la visión que registran los estudios de diseño sobre el propio diseño naval en los potenciales clientes.

El surgimiento de una parte significativa de los estudios relevados luego del 2002 es prueba de un proceso reciente de división del trabajo y de aparición de proveedores especializados en diseño e ingeniería naval. Al mismo tiempo, los propios estudios reconocen que no es sencillo permanecer en el mercado y que es necesario encarar una diversidad de proyectos, inclusive más allá de las propias especialidades declaradas. Los estudios encuentran limitaciones para profundizar sus especializaciones ya sea en

términos del subsector al que se dirigen (por ejemplo, veleros, pesqueros o barcazas) o en términos temáticos (cálculos de estabilidad, diseño del casco de barcos de competición o diseño interior), aun en un contexto en el que es posible recurrir a otros estudios o a otros profesionales para complementar capacidades propias. Si bien cualquier proyecto de diseño de una relativa complejidad puede ocupar gran parte de la capacidad instalada de un estudio durante seis o más meses, no hemos encontrado (con la excepción de un par de estudios) ninguna empresa de una cierta envergadura; inclusive teniendo en cuenta que una parte de esos estudios tiene contactos significativos con estudios de diseño y astilleros en el exterior.

El panorama que surge de la descripción y análisis que hemos hecho es que estamos frente a un conjunto de estudios de diseño e ingeniería naval capaces de encarar una diversidad de proyectos navales en una multitud de especialidades. Esos estudios concentran una parte significativa de las capacidades proyectuales que tiene la industria naval argentina y articulan un complejo espacio económico mediando entre astilleros, armadores y particulares, por un lado, y diversos profesionales independientes, por el otro. Sin embargo, su accionar está limitado por varias cuestiones, entre las que podemos mencionar: primero, el tamaño del mercado (a pesar de la participación en los mercados internacionales); segundo, las propias competencias internas de los estudios (son pequeños, suelen tener un mix de servicios demasiado amplio, tienen pocas conexiones con instituciones tecnológicas); tercero, las visiones parciales o de desvalorización de la importancia del diseño que se sostienen en algunos ámbitos empresarios.

### **Algunas reflexiones finales**

A través de un estudio de caso hemos mostrado de qué modo las percepciones empresarias respecto al diseño naval pueden limitar tanto su explicitación dentro de los astilleros como su externalización hacia estudios independientes de diseño naval. En un marco de limitada externalización (por parte de los astilleros) de estas actividades (pero también de otras que se realizan en esas firmas), nuestro estudio revela diferencias entre empresas en términos de la división del trabajo. En este sentido, el trabajo captura de un modo singular los grados de libertad de los astilleros en un marco de reducida externalización e ilustra la proposición de Richard Nelson (1991) sobre la tensión entre determinaciones externas y competencias internas de las firmas.

Hemos visto en el texto que los astilleros que eligen una provisión mixta de diseño naval (combinando personal propio y estudios externos)

son aquellos con mejores competencias. Por el contrario, aquellas firmas que no han explicitado la función diseño tienden a ser las de más bajas competencias. Así, el trabajo confirma la potencialidad de la idea de competencias como eje explicativo de las decisiones de hacer por sí mismo o adquirir afuera (*make or buy*).

Al mismo tiempo, el trabajo muestra que, en un contexto productivo semiindustrializado, la demanda de servicios de diseño naval por parte de los astilleros no encuentra, necesariamente, una frondosa oferta. En ese sentido, el trabajo subraya que los mercados son una construcción social, política y cultural. Así, por ejemplo, los estudios de diseño naval existentes son el producto de un largo y complejo proceso en el que pueden incluirse: inversiones estatales en educación y en formación en el trabajo; acciones estatales empresariales (que posibilitaron la creación de ámbitos complejos de aprendizaje); décadas de viajes, pasantías, proyectos conjuntos y estadías de trabajo en el exterior en astilleros y estudios de diseño europeos y norteamericanos por parte de los profesionales argentinos; la construcción de clases medias y altas con experiencia y gusto por la navegación, etcétera. Simultáneamente –y esto se aprecia, por ejemplo, en las edades de los líderes de los estudios de diseño naval–, las acciones públicas y privadas también pueden destruir el mercado o moldearlo de una determinada manera.

Además, el trabajo muestra que la construcción del mercado también conlleva un proceso, que podríamos llamar “didáctico”, en el que los que están interesados en ampliarlo deben enfrentarse no solo a limitaciones objetivas de tamaño, sino también a cuestiones subjetivas asociadas a concepciones parciales o directamente a la negación de la importancia de lo que se quiere vender. Es lo que sucede cuando los potenciales usuarios de los servicios de diseño naval no entienden el valor de lo que se les ofrece.

En las palabras de Bonsiepe (2003), esto estaría mostrando una faceta de la falta de autonomía no solo de los astilleros, sino del conjunto naval argentino respecto a proponer sus propias soluciones en materia de diseño. Lo cierto es que es reciente y aún limitada la atención que recibe la problemática del diseño en el ámbito nacional, aunque hay algunas señales auspiciosas (Hecker, 2003; INTI, 2009). La Argentina es aún un país que hace escasos esfuerzos por proponer sus propias soluciones proyectuales y, como consecuencia, está a merced de las propuestas de otros países. Hay, sin embargo, un camino colectivo recorrido y es posible pensar en concentrarse y especializarse en ciertos problemas para los que sea posible utilizar los problemas argentinos y del ámbito de los países cercanos y proponer soluciones proyectuales originales.

Respecto al diseño, en este trabajo, nuestra perspectiva ha ido más allá de dos preocupaciones centrales de muchos diseñadores, como la estética y la funcionalidad, y la hemos enmarcado en el interesante prisma que nos propone Gui Bonsiepe alrededor de la idea de la calidad de uso de objetos y sistemas. Según Bonsiepe (2003), la mayor calidad de uso redundante en mayor autonomía. En nuestra interpretación, la autonomía en diseño es parte del necesario proceso de mejora (*upgrading*) de los sistemas productivos en países como la Argentina. Esa mejora pasa, necesariamente, por el fortalecimiento de los servicios a la producción (como el diseño) y por la consiguiente profundización de la división del trabajo.

El trabajo ilustra algunos de los problemas y de las limitaciones para profundizar la división del trabajo y para desarrollar sistemas productivos que tengan empresas capaces de ofrecer insumos especializados y con gran contenido de conocimiento. La profundización de la división del trabajo y las externalidades positivas que surgen de ese proceso son cuestiones extremadamente importantes y problemáticas para las economías latinoamericanas. La incipiente externalización del diseño naval provee una interesante y privilegiada visión de ese proceso.

## Bibliografía

- Amsden, A. (1977). “The division of labour is limited by the type of market: The case of the Taiwanese machine tool industry”, *World Development*, vol. 5, n° 3, 217-233.
- Anlló, G. y Suárez, D. (2009). “Innovación: algo más que I+ D. Evidencias iberoamericanas a partir de las encuestas de innovación: construyendo las estrategias empresarias competitivas”, Documento inédito, Buenos Aires: CEPAL-Redes.
- Ariza, R.; Milesi, D.; Ramírez, R.; Silva Failde, D. y Yoguel, G. (2009). “Importancia del diseño en el sector industrial argentino: análisis de los resultados de la Encuesta Nacional de Diseño a Pequeñas y Medianas Empresas”, en INTI, *Diseño en la Argentina; estudio del impacto económico 2008*, Buenos Aires: INTI-Programa de Diseño.
- Bonsiepe, G. (2003). “Peripheral design. An interview with Gui Bonsiepe charting a lifetime of commitment to design empowerment”. Disponible en: [www.guibonsiepe.com](http://www.guibonsiepe.com).

- Bonsiepe, G. (2008). "Prefacio", en Fernández, S. y Bonsiepe G. (eds.), *Historia del diseño en América Latina y el Caribe. Industrialización y comunicación visual para la autonomía*, San Pablo: Blücher.
- Borello, J.A. (1994). *From craft to flexibility: Linkages and industrial governance systems in the development of a capital-goods industry in Mendoza, Argentina, 1895-1990*, Buenos Aires: CEUR (Informes de Investigación del CEUR, 12). Disponible en: <http://www.ceur-conicet.gov.ar/pdf/informes/informe12.pdf>
- Bryson, J.; Henry, N.; Keeble, D. y Martin, R. (1999). "Spaces of production. Towards new economic geographies", en Bryson, J.; Henry, N.; Keeble, D. y Martin, R. (eds.), *The economic geography reader. Producing and consuming global capitalism*, Chichester: John Wiley and Sons, 133-142.
- Calá, D.; Mauro, L.; Graña, F. y Borello, J.A. (2008). "La industria naval argentina: antecedentes, dinámica reciente y situación actual", [www.continentedigital.net](http://www.continentedigital.net). Disponible en: <http://nulan.mdp.edu.ar/1099/1/00562.pdf>
- Centro de Estudios para la Producción (2005). "La industria naval en la Argentina", *Síntesis de la Economía Real*, n° 50, Segunda Época.
- Chiodi, F.J. (2005). "La vinculación universidad-empresa en Olavarría; análisis de los factores claves y recomendaciones para su promoción y desarrollo". Tesis de Maestría en Economía y Desarrollo Industrial con Especialización en Pymes, Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento,
- Chudnovsky, D.; López, A. y Pupato, G. (2004). "Research, development and innovation activities in Argentina: Changing roles of the public and private sectors and policy issues", programa Research on Knowledge Systems (RoKS) del International Development Research Centre (IDRC).
- Chudnovsky, D.; Nagao, M. y Jacobsson, S. (1983). *Capital goods production in the Third World: An economic study of technology acquisition*, Nueva York: St. Martin's Press.
- Durkheim, E. (1960). *De la division du travail social. Étude sur l'organisation des sociétés supérieurs* [1893], París: Presses Universitaires de France.
- Fajnzylber, F. (1990). *Industrialization in Latin America: From the "black box" to the "empty box": A comparison of contemporary industrialization patterns*, Santiago de Chile-Nueva York: ECLAC.

- Fernández, S. (2008). “Argentina 1983-2005”, en Fernández, S. y Bonsiepe, G. (eds.), *Historia del diseño en América Latina y el Caribe. Industrialización y comunicación visual para la autonomía*, San Pablo: Blücher, 44-61.
- Fernández Bugna, C. y Porta, F. (2008). “El crecimiento reciente de la industria argentina. Nuevo régimen sin cambio estructural”, en Kosacoff, B. (ed.), *Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina 2002-2007*, Buenos Aires: ECLAC.
- Gentry, R.J. y Elms, H. (2009). “Firm partial modularity and performance in the electronic manufacturing services industry”, *Industry and Innovation*, vol. 16, n° 6, 575-592.
- Groenewegen, P. (1987). “Division of labor”, en Milgate, J. y Newman, P. (eds.), *The New Palgrave: A dictionary of economics*, Londres: Macmillan.
- Hecker, E. (2003). *Hacia el desarrollo económico: Ventajas competitivas, actores y política en la Ciudad de Buenos Aires*, Buenos Aires: Catálogos.
- INTI (2009). *Diseño en la Argentina; estudio del impacto económico 2008*, Buenos Aires: INTI-Programa de Diseño. Disponible en: [http://www-biblio.inti.gov.ar/trabinti/impacto\\_2008.pdf](http://www-biblio.inti.gov.ar/trabinti/impacto_2008.pdf)
- Katz, J. (1986). *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica latinoamericana: el caso de la industria metalmecánica*, Buenos Aires: CEPAL-BID-CIID-Ediciones IDES.
- Katz, J. y Kosacoff, B. (1989). *El proceso de industrialización en la Argentina: evolución, retroceso y prospectiva*, Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Krugman, P. (1991). “Increasing returns and economic geography”, *Journal of Political Economy*, vol. 99, n° 3, 483-499.
- Langlois, R. (2003). “The vanishing hand: The changing dynamics of industrial capitalism”, *Industrial and Corporate Change*, 12(2), 351-385.
- Leff, N.H. (1978). “Industrial organization and entrepreneurship in the developing countries: The economic groups”, *Economic Development and Cultural Change*, vol. 26, n° 4, julio, 661-675.
- Massey, D. (1984). *Spatial divisions of labor: Social structures and the geography of production*, Londres: Macmillan.
- Morhorlang, H. y Borello, J.A. (2011). “Industria naval. Creación de conocimiento, competencias y vinculaciones”, *Realidad Económica*, n° 260, 135-157.

- Nelson, R. (1991). "Why do firms differ, and how does it matter?", *Strategic Management Journal*, vol. 12, n° S2, 61-74.
- Norman, D.A. (2002). *The design of everyday things*, Nueva York: Basic Books.
- O'Connor, K. (1996). "Industrial design as a producer service: A framework for analysis in regional science", *Papers in Regional Science*, 3, 237-252.
- Ocampo, J.A. (2004). "Latin America's growth and equity frustrations during structural reforms", *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 18, n° 2, mayo, 67-88.
- Park, J.-H. y Storch, R.L. (2002). "Overview of ship-design expert systems", *Expert Systems*, vol. 19, n° 3, 136-141.
- Prahalad, C.K. y Hamel, G. (1990). "The core competente of the corporation", *Harvard Business Review*, mayo-junio.
- Romer, P.M. (1986). "Increasing returns and long-run growth", *The Journal of Political Economy*, vol. 94, n° 5, octubre, 1002-1037.
- Sayer, A. y Walker, R. (1992). *The new social economy: Reworking the division of labor*, Cambridge: Blackwell.
- Scott, A.J. (1988). *Metropolis: From the division of labor to urban form*, Berkeley: University of California Press.
- Silva Failde, D.; Becerra, P. y Yoguel, G. (2008). "Opening the black box of design: The importance of innovation processes within the clothing sector". Disponible en: [http://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/36667/1238542712\\_DS.pdf?sequence=1](http://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/36667/1238542712_DS.pdf?sequence=1)
- Smith, A. (1937). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations* [1776], introducción y notas de Edwin Cannan y prefacio de Max Lerner, Nueva York: Random House.
- Stigler, G.J. (1951). "The division of labor is limited by the extent of the market", *The Journal of Political Economy*, vol. 59, n° 3, junio, 185-193.
- Sunley, P.; Pinch, S.; Reimer, S. y Macmillen, J. (2008). "Innovation in a creative production system: The case of design", *Journal of Economic Geography*, 8 (5), 675-698.
- Thrift, N. (2000). "Geography of services", en Johnston, R.J.; Gregory, D.; Pratt, G. y Watts, M. (eds.), *The dictionary of human geography*, 4ª ed., Oxford: Blackwell.
- Tomassiello, R.L. (2008). *Diseño: un puente entre universidad e industria*, Mendoza: Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo.

- Vanchan, V. (2007). “Communication and relationships between industrial design companies and their customers”, *The Industrial Geographer*, vol. 4, n° 2, 28-46.
- Vispo, A. y Kosacoff, B. (1991). *Difusión de tecnologías de punta en Argentina. Algunas reflexiones sobre la organización industrial de I.B.M.*, Buenos Aires: ECLAC (LC/BUE/L.120, mayo, Documentos de trabajo n° 38).
- Woodham, J.M. (2006). “Introduction”, en *Dictionary of modern design*, Oxford: Oxford University Press.
- Yoguel, G. (ed.); Borello, J.A.; Delfini, M.; Erbes, A.; Kataishi, R.; Robert, V. y Roitter, S. (2009). *Redes de conocimiento en las tramas productivas de Argentina*, México: FLACSO-IDRC Canadá.
- Young, A.A. (1928). “Increasing returns and economic progress”, *The Economic Journal*, vol. 38, n° 152, diciembre, 527-542.



## II.3. SECTORES HIGH-TECH: REDES, CONOCIMIENTO E INTERNACIONALIZACIÓN



# Las empresas biotecnológicas argentinas: relación entre la red de conocimiento y la capacidad de innovación\*

LILIA STUBRIN\*\*

---

## Introducción

En los últimos años, los países emergentes han alentado el desarrollo de sectores de alta tecnología con el objeto de diversificar su estructura productiva y alejarse de una especialización centrada en la producción de *commodities* agrícolas e industriales. Estos países cuentan hoy con un conjunto crítico de empresas que operan en actividades tales como software, biotecnología y nanotecnología. El objetivo de este artículo es, tomando el caso de las empresas biotecnológicas argentinas, analizar cómo construyen las empresas de alta tecnología sus capacidades competitivas en el con-

---

\* Los resultados presentados en este artículo se basan en un estudio realizado en conjunto con la CEPAL, oficina de Buenos Aires. Los datos recogidos se han elaborado a partir de entrevistas y encuestas a empresas biotecnológicas argentinas a las que me gustaría agradecer. Asimismo, agradezco a Bernardo Kosacoff por facilitar y apoyar la realización de esta investigación así como por haber sido positivo y entusiasta acerca de sus resultados. A Roberto Bisang, por sus significativos aportes e invaluable orientación durante el estudio, y a Robin Cowan, por sus valiosos comentarios y sugerencias en el proceso de esta investigación.

\*\* United Nations University-Maastrich University (UNU-MERIT), Holanda.

texto de países emergentes. La pregunta es relevante tanto para entender las fuentes de competitividad de las empresas en actividades intensivas en ciencia así como para pensar en el sostenimiento a largo plazo de este tipo de actividades en el contexto de los países en desarrollo.

La hipótesis principal de este trabajo es que la participación de las empresas de alta tecnología en alianzas estratégicas con el fin de adquirir, intercambiar o crear conocimiento es significativa y valiosa para emprender procesos de aprendizaje que les permitan incrementar sus capacidades tecnológicas y productivas.

La hipótesis es sustentada por los siguientes elementos. Primero, la biotecnología es una actividad en la que el cambio tecnológico se produce a un ritmo vertiginoso. Por lo tanto, explorar cómo el conocimiento se difunde a las empresas argentinas y entre ellas es relevante para entender mejor cómo estas firmas adquieren, actualizan y crean sus propias capacidades tecnológicas. Las alianzas estratégicas pueden ser una vía para ello. Segundo, la evidencia empírica proveniente de países avanzados indica que la amplia y compleja base de conocimiento de las nuevas tecnologías (entre las que se encuentra la biotecnología) incentiva a las firmas a “operar en red” buscando conocimiento complementario, habilidades y recursos fuera de la propia empresa a través de alianzas estratégicas y cooperaciones (Powell y Branthley, 1992; Bartley *et al.*, 1992; Powell *et al.*, 1996; Powell *et al.*, 2005). Además, la evidencia también sugiere que la participación de empresas en alianzas de investigación y desarrollo (I+D) facilita el crecimiento y la capacidad de innovación de estas (Powell *et al.*, 1996; Uzzi, 1996; Ahuja, 2000). El conocimiento proveniente de países desarrollados nos impulsa a investigar qué rol cumplen las alianzas estratégicas y cómo afectan el comportamiento de las empresas en contextos como los de los países emergentes.

Por otro lado, nos interesa estudiar con qué tipo de agentes las empresas de alta tecnología en países emergentes intercambian y/o desarrollan conocimiento. En particular, en qué grado las empresas establecen alianzas estratégicas con organizaciones de su propia industria, con organizaciones científicas y tecnológicas locales o con organizaciones en otros países. Ello nos permitirá aproximar la composición geográfica y organizacional de la red de conocimiento de las empresas. Los resultados permitirán reflexionar acerca de la dinámica y las características de los procesos de innovación en sectores de alta tecnología en países emergentes, la importancia de los vínculos entre empresas y organizaciones públicas de investigación (OPI) para incrementar la capacidad de innovación de las empresas y el rol de la distancia geográfica como una potencial barrera para la difusión de conocimiento.

El artículo se organiza de la siguiente manera. En la siguiente sección se presenta y analiza la literatura sobre redes y cooperaciones en I+D. Luego se describen los datos y la metodología utilizados en el estudio. En la cuarta sección se describen y analizan las características de la red de colaboraciones en las que las empresas biotecnológicas argentinas están inmersas. En la quinta parte se estudia el valor de las colaboraciones en I+D para favorecer la capacidad de innovación de las firmas. Finalmente, se presentan las conclusiones.

## Revisión de literatura

### Redes de conocimiento: el valor del incrustamiento

La participación de empresas en alianzas estratégicas<sup>1</sup> se ha incrementado notoriamente en los últimos años (Hagedoorn y Duysters, 2000). Las explicaciones para dicho fenómeno están vinculadas a la asimétrica distribución de recursos y capacidades tecnológicas, organizacionales, comerciales y financieras entre las empresas (ver, por ejemplo, Andrews, 1971). Además, en el caso de industrias de alta tecnología, como la biotecnología, la complejidad de la tecnología y el alto riesgo que implica el desarrollo de nuevos productos y procesos, sumados al ritmo vertiginoso del cambio tecnológico, motivan a las firmas a interactuar e intercambiar conocimiento y recursos con otros agentes tanto dentro como fuera de la propia industria (Hagedoorn, 1992; Eisenhardt y Schoonhoven 1996; Mowery *et al.*, 1998). La evidencia empírica de los países líderes muestra que el desarrollo de la actividad biotecnológica descansa en un complejo entramado de cooperaciones entre diversos tipos de actores: empresas, universidades, institutos públicos de investigación, laboratorios y capitales de riesgo (Bartley *et al.*, 1992; Shan *et al.*, 1994; Koput *et al.*, 1997; Owen-Smith y Powell, 2004; Powell *et al.*, 1996; 2005).

La teoría de redes sociales es aplicada para estudiar cómo se forman las alianzas estratégicas y cómo la participación de las empresas en una red de alianzas afecta sus comportamientos y resultados. En cuanto a lo primero, la teoría de redes sociales ofrece un marco teórico adecuado para comprender cómo las firmas adquieren información sobre potenciales socios o colaboradores, encuentran las oportunidades de cooperación y sobrellevan la incertidumbre y los riesgos que la

---

1 Las alianzas estratégicas pueden definirse como “acuerdos voluntarios entre empresas que involucran el intercambio, el reparto o el codesarrollo de productos, tecnologías o servicios” (Gulati, 1998: 293).

cooperación genera. Respecto a lo segundo, los lazos que las empresas establecen con otras organizaciones, a través de acuerdos de I+D u de otro tipo, pueden favorecer tanto como obstaculizar sus comportamientos y resultados (Gulati, 1995; 1998; Gulati y Gargiulo, 1999). Por ejemplo, cuando las empresas cooperan repetidamente con los mismos agentes (incrustamiento relacional) o cooperan con agentes con los cuales tienen contactos en común (incrustamiento estructural), se favorece la generación de confianza y se minimizan las conductas oportunistas (Coleman, 1988). Ello, a su vez, favorece la circulación y el intercambio de conocimiento que puede convertirse en valioso para fortalecer la capacidad de innovación de las firmas. Empíricamente, el incrustamiento de las empresas en redes de colaboración ha sido encontrado significativo para explicar la formación de alianzas estratégicas (en la actividad biotecnológica [Koput *et al.*, 1997; Powell *et al.*, 1996] y en otras industrias)<sup>2</sup> y para afectar la capacidad de innovación y aprendizaje de las firmas.<sup>3</sup>

Dado que la mayoría de la evidencia respecto a los efectos que la participación en alianzas estratégicas tiene sobre el crecimiento o la capacidad de innovación de las empresas proviene de países desarrollados, poco sabemos sobre el valor de la participación de las empresas en colaboraciones en otros contextos. Por ejemplo, una estructura de red en la que prevalece el incrustamiento estructural restringe lazos con potenciales nuevos colaboradores y, por lo tanto, limita la afluencia de nuevas ideas (Ahuja, 2000). Esto puede no ser un problema cuando la red está compuesta por empresas que lideran el cambio tecnológico en una industria determinada, pero puede ser especialmente problemático cuando la red de colaboración está compuesta principalmente por agentes que se encuentran lejos de la frontera tecnológica. En el último caso, se corre el riesgo de que las empresas que componen la red enfrenten un *lock-in* tecnológico. Lo anterior pone de manifiesto que la estructura de red que resulte relevante en un tipo de industria o contexto no necesariamente será deseable en otras industrias y/o contextos. De ahí la relevancia de ampliar nuestro conocimiento respecto a la estructura de las redes de conocimiento en países en desarrollo.

---

2 Por ejemplo, en la industria automotriz (Dyer y Nobeoka, 2000) o en nuevos materiales (Gulati y Gargiulo, 1999).

3 Por ejemplo, en la industria textil (Uzzi, 1996), biotecnológica (Powell *et al.*, 1999; Ahuja, 2000) y TIC (Hagerdoon y Duysters, 2000).

## La red de conocimiento y la dimensión geográfica

De acuerdo con la teoría de clusters,<sup>4</sup> el incrustamiento de las empresas en redes de colaboración localmente densas puede ser beneficioso para promover el aprendizaje y la innovación. La proximidad geográfica proveería ventajas a las firmas no solo en términos de costos –permitiéndoles alcanzar economías tanto de escala como de alcance –, sino también en términos del acceso al conocimiento y su difusión (Marshall, 1920). La literatura sugiere que la cercanía geográfica beneficia la difusión del conocimiento especialmente cuando el componente tácito es significativo.<sup>5</sup>

Los beneficios de la aglomeración pueden ser aún más relevantes para favorecer el aprendizaje y la innovación en industrias en las que el conocimiento es un insumo clave (Audretsch y Feldman, 1996). Historias exitosas de clusters de alta tecnología, entre los cuales el Silicon Valley es el ejemplo por excelencia, contribuyeron a incrementar el reconocimiento del valor de los clusters.<sup>6</sup> Inspirados por estas historias exitosas se han realizado esfuerzos deliberados para promover la creación de clusters en distintas industrias y contextos. En muchos países se implementaron incentivos a las firmas para que se localicen geográficamente próximas entre sí y cerca de universidades e instituciones científicas con la idea de que la proximidad geográfica crearía las condiciones para la difusión de conocimiento.

Sin embargo, creciente evidencia empírica ha llevado a cuestionar la idea de que los procesos de aprendizaje son fundamentalmente localizados. Algunos estudios han encontrado que los flujos de conocimiento tanto entre empresas aglomeradas como entre empresas no geográficamente próximas

---

4 Un cluster es “una colección de compañías e instituciones geográficamente próximas entre sí, las cuales están ligadas por intereses comunes y cuyas actividades se complementan” (Porter, 2000: 254).

5 Se recomienda consultar la literatura de clusters basada en el trabajo de Marshall (1920). El valor de la aglomeración de las firmas para la difusión del conocimiento fue abordado por la literatura sobre distritos industriales (Piore y Sabel, 1984; Becattini, 1990; Schmitz, 1995), *innovative milieus* (Camagni, 1991), sistemas de innovación regional (Lawson y Lorenz, 1999; Cooke, 2001), entre otros. Los mecanismos señalados por la literatura para facilitar la transferencia de conocimiento entre organizaciones geográficamente aglomeradas son las relaciones usuario-proveedor, las colaboraciones de tipo formal e informal, la movilidad y rotación de los empleados entre las empresas aglomeradas así como el surgimiento de nuevas empresas como *spin-offs* de las existentes.

6 Clusters exitosos en países en desarrollo son Silicon Valley, Emilia Romana en Italia y Bade-Wurttemberg en Alemania. Además, en países en desarrollo, algunos clusters muy estudiados se encuentran en Brasil (Schmitz, 1995), México (Rabelotti, 1995), Perú (Visser, 1996) y la India (Cawthorne, 1995; Nadvi, 1996).

tienen igual importancia a los fines del aprendizaje y la innovación (Coenen *et al.*, 2004; Lawton-Smith, 2004; Van Geenhuizen, 2007; McKelvey *et al.*, 2003; Fontes 2005). Basados en esta evidencia, algunos autores han comenzado a argumentar que el valor de los flujos de conocimiento entre agentes geográficamente aglomerados ha tendido a ser exagerado por la literatura e incluso correría el riesgo de convertirse en un “fetichismo” (Oinas, 1999; Coenen *et al.*, 2004). La cercanía geográfica per se puede no tener mucho valor si no es acompañada por otros factores contenidos en un espacio físico determinado tales como cierto tipo de actores, relaciones, instituciones y valores en común.

Las explicaciones basadas en los beneficios de la aglomeración geográfica generalmente llevan a una visión estrecha de los clusters. Estos suelen ser tratados como entidades aisladas y autocontenidas. Sin embargo, los vínculos o lazos con agentes situados fuera del cluster pueden ser críticos para favorecer y sostener la competitividad de las empresas que forman parte de un cluster (proveyendo nuevo conocimiento y renovando sus bases de conocimiento). En una revisión de la literatura de clusters, Breschi y Malerba (2001) resaltan la importancia de estudiar la apertura de los clusters a fin de entender mejor su dinamismo tanto productivo como tecnológico.

En relación con los clusters en países en desarrollo, Bell y Albu (1999) también señalan la necesidad de adoptar una mirada más abierta sobre los clusters para entender mejor las bases de su dinamismo tecnológico y su competitividad a largo plazo. Lazos fuera del cluster son una fuente de competitividad para el desarrollo de industrias intensivas en conocimiento en regiones en desarrollo. Por ejemplo, en la industria biotecnológica (Rees, 2005) y en la de semiconductores (Rosenkopf, 2003), las alianzas con agentes localizados en otras regiones fue encontrada valiosa para renovar la base de conocimiento de los agentes.

En la discusión anterior subyace de la pregunta de si es el lugar (la aglomeración geográfica per se) o la red (sin consideraciones de la dimensión geográfica) el factor que beneficia el aprendizaje y la innovación de las empresas. Esta pregunta resulta relevante cuando se piensa en el proceso de cambio tecnológico en el contexto de países en desarrollo –especialmente en industrias intensivas en conocimiento–. En este tipo de contextos, el intercambio y la difusión de conocimiento a nivel local (a través de alianzas estratégicas geográficamente localizadas) puede no ser suficiente para sostener procesos innovativos en industrias en las que la frontera tecnológica se encuentra en permanente expansión y las fuentes de conocimiento están ampliamente dispersas.

## El caso de la biotecnología

La biotecnología, tanto en el ámbito de la ciencia como en el ámbito de la industria, es liderada por unos pocos centros de excelencia a nivel mundial.<sup>7</sup> La importancia de la participación de las empresas en redes de colaboración y el valor de estas en la capacidad de innovación y de crecimiento han sido ampliamente documentados. Sin embargo, un número crecientemente significativo, pero disperso, de esfuerzos en la materia se realiza fuera de los grandes nodos mundiales (Heimeriks y Boschma, 2011). Tal es el caso de la actividad biotecnológica en la Argentina y en otros países desarrollados y en desarrollo. Para estos casos, la escasa evidencia empírica disponible muestra que las empresas biotecnológicas también son proclives a establecer acuerdos de cooperación en estos contextos. Una característica en común entre estas regiones es que las empresas tienden a internacionalizar tempranamente sus vinculaciones (Fontes, 2005; Rees, 2005; McKelvey *et al.*, 2003; Gilding, 2008; Belussi *et al.*, 2008). En algunos casos, la internacionalización de las colaboraciones es tal que supera las cooperaciones que se producen a nivel local. Por ejemplo, en Portugal las empresas biotecnológicas establecen más acuerdos de I+D con organismos extranjeros que con sus pares locales (Fontes, 2003; 2005). El cluster biomédico en Vancouver (una región periférica de Canadá) también reporta que la mayoría de los acuerdos de I+D que establecen las empresas son con organizaciones fuera del cluster local (Rees, 2005). Evidencia empírica similar también puede encontrarse entre las empresas biotecnológicas suecas especializadas en biociencia (McKelvey *et al.*, 2003) y el cluster biomédico en Melbourne (Australia) (Gilding, 2008).

Cabe destacar que las colaboraciones no locales (o a distancia) no son exclusivas de las regiones más retrasadas o periféricas de la industria biotecnológica. El Boston Biotechnology Cluster, un cluster líder en el campo biotecnológico a nivel mundial, se sostiene a partir de una alta densidad de colaboraciones entre organizaciones miembros del cluster y otras con agentes que no pertenecen a él (Owen-Smith *et al.*, 2004). Este caso ilustra que, aun en un centro de excelencia, la manera en que la biotecnología se desarrolla no puede entenderse completamente a través de los esfuerzos y las interacciones altamente localizadas. En la literatura, la participación de las empresas en acuerdos de I+D con organizaciones en otras regiones es entendida como una forma que estas tienen de acceder y adquirir

---

7 Las regiones líderes en el mundo en el campo biotecnológico se encuentran en dos lugares de Estados Unidos (California y el noreste de Estados Unidos), dos ciudades en Inglaterra (Oxford y Cambridge) y un disperso y reducido número de clusters en Europa (Carlsson, 2001).

conocimiento, recursos y *know-how* que no se encuentran disponibles en su propio ámbito (Fontes, 2003; Rees, 2005; McKelvey *et al.*, 2003). De acuerdo con nuestro conocimiento, el valor de este tipo de colaboraciones ha sido evaluado por un conjunto reducido de estudios. Gertler y Levitte (2003) encontraron que las firmas biotecnológicas canadienses con mayor capacidad de innovación han establecido acuerdos de I+D con pares en otras regiones. En el mismo sentido, Cassiman y Veugelers (2006), utilizando datos de la Encuesta de Innovación de la Comunidad Europea sobre las empresas manufactureras belgas, también proveen evidencia empírica que señala que las firmas que combinan cooperaciones de I+D con agentes locales y extranjeros introducen más innovaciones y, lo que es más relevante, de mayor grado de novedad.

En las secciones siguientes se aborda el caso de las empresas biotecnológicas argentinas. En primer lugar, se proporciona nueva evidencia empírica a fin de establecer cuál es la red de conocimiento de estas empresas. En particular, se explora la composición de la red de colaboraciones de I+D tanto desde la perspectiva de la ubicación geográfica de la red (localizados en la Argentina y en otros países) como del tipo organizacional (empresas, universidades, centros de investigación, etcétera) de los participantes. En segundo lugar, se evalúa el valor de las colaboraciones (locales y no locales) a fin de incrementar la capacidad de innovación de las empresas biotecnológicas argentinas.

## Metodología

Esta sección metodológica se organiza de la siguiente manera. En primer lugar, se presentan las definiciones tanto de *biotecnología* como de *empresa biotecnológica* utilizadas en este estudio. Luego, se describe el proceso de recolección de datos y las principales características de los datos obtenidos.

## Definiciones

Definir la biotecnología, así como a las empresas biotecnológicas, no resulta una tarea sencilla. La dificultad radica en que la biotecnología no es una industria en sí misma ni representa una agrupación natural de procesos o productos (Miller, 2007). La biotecnología abarca varias tecnologías diferentes que pueden ser utilizadas para diversos fines en muchas actividades económicas. Por ejemplo, la tecnología del ADN recombinante se puede utilizar para producir medicamentos en el sector

farmacéutico, crear nuevas variedades de cultivos en el sector agrícola o modificar microorganismos para producir enzimas industriales en el sector químico (OCDE, 2005). Una complicación adicional asociada al término *biotecnología* es que ha sido definida de muchas maneras distintas (Kennedy, 1991).

En este trabajo se sigue la definición de biotecnología provista por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que es ampliamente aceptada y utilizada por muchos países que compilan estadísticas sobre esta actividad (ver Anexo). La definición de la OCDE precisa una lista de tecnologías consideradas biotecnológicas. A partir de dicha definición, se definen las empresas biotecnológicas como aquellas firmas que aplican al menos una de las técnicas consideradas biotecnológicas para producir bienes y servicios y/o para realizar actividades de I+D. Aquellas empresas que solo comercian productos de la biotecnología, o utilizan insumos biotecnológicos sin realizarles modificaciones, no son empresas biotecnológicas a los fines de nuestro estudio.

Las empresas estudiadas en este trabajo pueden clasificarse en dos tipos: a) empresas cuya actividad principal es la producción de bienes y/o servicios biotecnológicos o que realizan actividades de I+D en biotecnología (DBF);<sup>8</sup> y b) empresas que desarrollan actividades biotecnológicas aunque esta no sea su actividad principal (por ejemplo, las empresas farmacéuticas que destinan parte de sus esfuerzos a la producción de biotecnológicos). Cabe aclarar que los estudios sobre la actividad biotecnológica suelen, en particular en países desarrollados, analizar solo las empresas DBF.<sup>9</sup> Sin embargo, en el presente trabajo no restringimos el universo de estudio solo a este tipo de firmas debido a que no representarían adecuadamente los esfuerzos privados en este campo en la Argentina.<sup>10</sup>

La biotecnología tiene un carácter horizontal ya que se puede aplicar en una gran variedad de campos. Los más frecuentes son salud (humana y animal), agricultura, alimentos y bebidas, recursos naturales, medio ambiente y actividades de procesamiento industrial (Orsenigo y McKelvey, 2006). El área de ciencias de la vida, particularmente la terapéutica

---

8 DBF son definidas por la OCDE (2005) como empresas biotecnológicas cuya actividad principal consiste en la aplicación de técnicas biotecnológicas para producir bienes o servicios y/o en la realización de actividades de investigación y desarrollo.

9 Por ejemplo, en el caso de la biotecnología en países como Estados Unidos (Powell *et al.*, 2005; 1996; 1999; Deeds y Rothaermel, 2004; Koput *et al.*, 1997), Australia (Gilding, 2008) y Canadá (Niosi, 2003).

10 El mismo criterio fue utilizado por otros estudios sobre la actividad biotecnológica, como McKelvey *et al.* (2003), Brink *et al.* (2007) y Dahlander y McKelvey (2005).

y el diagnóstico humano, ha sido elegida por muchos estudios empíricos para relevar y estudiar el comportamiento de las empresas biotecnológicas (Powell *et al.*, 2005; 1999; 1996; Deeds y Rothaermel, 2004; McKelvey *et al.*, 2003). Aun a riesgo de perder comparabilidad, nuestro estudio cubre un campo mayor de aplicaciones biotecnológicas con el objetivo de obtener un panorama lo más amplio y certero posible respecto de las actividades biotecnológicas en la Argentina, sin especial interés por un campo de aplicación particular.

## Datos

Los datos se recolectaron a través de un trabajo de campo llevado a cabo en la Argentina entre enero de 2009 y julio de 2010. En conjunto con la CEPAL (oficina Buenos Aires) se diseñaron el formulario y el operativo de campo a fin de llevar a cabo una encuesta a empresas biotecnológicas en la Argentina.<sup>11</sup>

En una primera etapa se identificó (utilizando fuentes secundarias y agentes claves) un conjunto de empresas que potencialmente cumplieran con la definición de empresa biotecnológica adoptada por el estudio. Ello dio como resultado una base de datos de 142 empresas. De estas, 102 firmas resultaron ser biotecnológicas (entre las descartadas se encuentran aquellas que venden productos biotecnológicos o que utilizan insumos biotecnológicos sin modificarlos en el proceso productivo). El procedimiento de recolección de datos se basó en el envío de un formulario de la encuesta a cada empresa<sup>12</sup> por correo postal y electrónico. Se obtuvieron en total 59 respuestas, es decir, la tasa de respuesta fue del 57,84%. Complementariamente al envío de formularios, se entrevistaron 33 empresas. Las entrevistas semiestructuradas tuvieron el propósito tanto de chequear como de recabar información cualitativa de las firmas (historia de la firma, etcétera) que permitieran la mejor interpretación de los datos provenientes del formulario de la encuesta.

Las empresas relevadas utilizan herramientas biotecnológicas en diferentes aplicaciones: *salud humana*, *biotecnología agrícola MG*, *biotecnología agrícola no MG*, *salud animal* y *procesamiento industrial* (ver Anexo). La cantidad de firmas encontradas en cada tipo de aplicación varía (tabla 1). La mayor

11 Los resultados de esta encuesta también pueden consultarse en Anlló *et al.* (2011).

12 Una encuesta piloto, a fines de probar la pertinencia en términos de longitud y calidad del formulario, fue llevada a cabo entre diciembre de 2008 y febrero de 2009. La prueba piloto se realizó en la provincia de Santa Fe. Los resultados de dicho relevamiento pueden encontrarse en Bisang y Stubrin (en prensa).

parte de las firmas aplican técnicas biotecnológicas en el área de la salud. Las empresas de salud humana y animal constituyen el 57,84% del total de las firmas relevadas.<sup>13</sup> La segunda área de aplicación más relevante es la agricultura (representa el 34,31% de las firmas).<sup>14</sup> En un porcentaje menor se encuentran las vinculadas a actividades de procesamiento industrial.

En términos de la representatividad de los datos recabados, la muestra obtenida sobreestima en cierto grado las empresas que aplican biotecnología en el área de la *salud humana* y subestima aquellas que se dedican a *biotecnología agrícola no MG*. Sin embargo, el sesgo de la muestra es lo suficientemente chico como para considerar que se cuenta con una muestra confiable y representativa del conjunto a fin de comprender el desarrollo y las características de la actividad biotecnológica en la Argentina.

Tabla 1. Empresas incluidas en el estudio, por tipo de aplicación biotecnológica

<b>Aplicación biotecnológica</b>	Cantidad de firmas en la base de datos	Cantidad de firmas relevadas
Salud humana	42	27
Salud animal	17	11
Biotecnología agrícola MG	6	6
Biotecnología agrícola no MG	29	11
Procesamiento industrial	8	4

13 La prevalencia de las firmas biotecnológicas dedicadas al área de salud también fue observada en otros países tales como Polonia (100%), Suecia (89%), Austria (80%), Canadá (58%) y Bélgica (53%) (Van Beuzekom y Arundel, 2009).

14 El porcentaje de firmas dedicadas a la biotecnología agrícola es relativamente alto cuando se lo compara con otros países tales como Alemania (5%), Suecia (5%), Austria (4%) y Brasil (23%), pero es similar a otros países, como Filipinas (38%) y Sudáfrica (37%) (Van Beuzekom y Arundel, 2009).

## Datos de red: vínculos

Con el objeto de conocer la participación de las empresas biotecnológicas argentinas en alianzas estratégicas y, a partir de estas, la red de colaboraciones en que las empresas están inmersas, se recabó información acerca de todos los acuerdos formales de colaboración en los que participaron las empresas en el período 2003-2008. Los datos se recabaron a partir de preguntas específicas hechas a las empresas, dada la ausencia de un registro acerca de este tipo de colaboraciones.<sup>15</sup> Los flujos de conocimiento desde las empresas o hacia ellas fueron capturados a partir de los acuerdos de I+D en los que las empresas participaron así como las licencias otorgadas u obtenidas. Además, se recabaron datos de participación en acuerdos con terceros con el propósito de producir y/o comercializar bienes.

Las organizaciones con las cuales las empresas biotecnológicas argentinas establecieron alguno de los vínculos bajo estudio fueron codificadas por tipo y por localización. En términos de localización, se diferenciaron las organizaciones con las cuales las empresas establecieron acuerdos entre las localizadas en la Argentina (locales) y las localizadas en otros países (externas).<sup>16</sup> Además, los agentes externos fueron clasificados según su localización en Latinoamérica, Europa, Estados Unidos u otro. Respecto al tipo de organización, se los clasificó en firmas biotecnológicas, otro tipo de firmas y organizaciones públicas de investigación (OPI). Estas últimas contemplan tanto universidades como organismos públicos de investigación.

La metodología utilizada para recabar los datos tiene la limitante de que no nos permite conocer los posibles vínculos existentes entre organizaciones que no sean las empresas biotecnológicas argentinas. Debido a ello, ignoramos si dos firmas biotecnológicas argentinas se encuentran indirectamente conectadas a través de actores que tienen entre sí un vínculo. La falta de este tipo de información está relacionada con la dificultad de su recolección, particularmente para agentes extranjeros.<sup>17</sup> Sin embargo, aun con esta limitante, los datos recabados permiten caracterizar y aproxi-

---

15 Los estudios sobre redes frecuentemente utilizan encuestas a fin de recabar datos acerca de los vínculos en los que los sujetos bajo estudio participan (Knoke y Yang, 2008; Marsden, 1990; 2005). Algunos estudios sobre redes que han utilizado encuestas recientemente son Giuliani y Bell (2005) y Gilding (2008).

16 Las empresas multinacionales, aun cuando tengan filiales en la Argentina, fueron clasificadas como externas.

17 Otros estudios sobre vínculos en la actividad biotecnológica que presentan la misma limitación son Powell *et al.* (2005; 1996), Koput *et al.* (1997), Gilding (2008) y McKelvey *et al.* (2003).

mar en gran medida la red de colaboraciones en las cuales las empresas argentinas están inmersas.

### **La red de colaboraciones de las empresas biotecnológicas argentinas**

Esta sección explora la participación de las empresas biotecnológicas argentinas en alianzas estratégicas. En un primer análisis se consideran los acuerdos establecidos por las firmas con fines de adquirir, intercambiar y crear conocimiento o producir y comercializar productos. Luego, el análisis se centra únicamente en los acuerdos relacionados con la adquisición, intercambio y creación de conocimiento.

El gráfico 1 muestra la red de colaboraciones en la que las empresas biotecnológicas argentinas participaron en el período 2003-2008. En el grafo, los agentes se diferencian por su localización geográfica (forma) y por el tipo de organización (color). Las organizaciones localizadas en la Argentina están representadas con *círculos* y aquellas localizadas en otros países están representadas con *cuadrados*. Luego, las empresas biotecnológicas argentinas son los *círculos negros* mientras que las OPI localizadas en la Argentina se representan con *círculos blancos* y los agentes extranjeros con *cuadrados grises*. Una breve mirada al gráfico 1 revela claramente que la red en la que las empresas biotecnológicas argentinas se encuentran inmersas es organizacional y geográficamente diversa. Las empresas biotecnológicas han establecido acuerdos de colaboración con organizaciones tanto locales como extranjeras y que pertenecen tanto al ámbito industrial como científico.

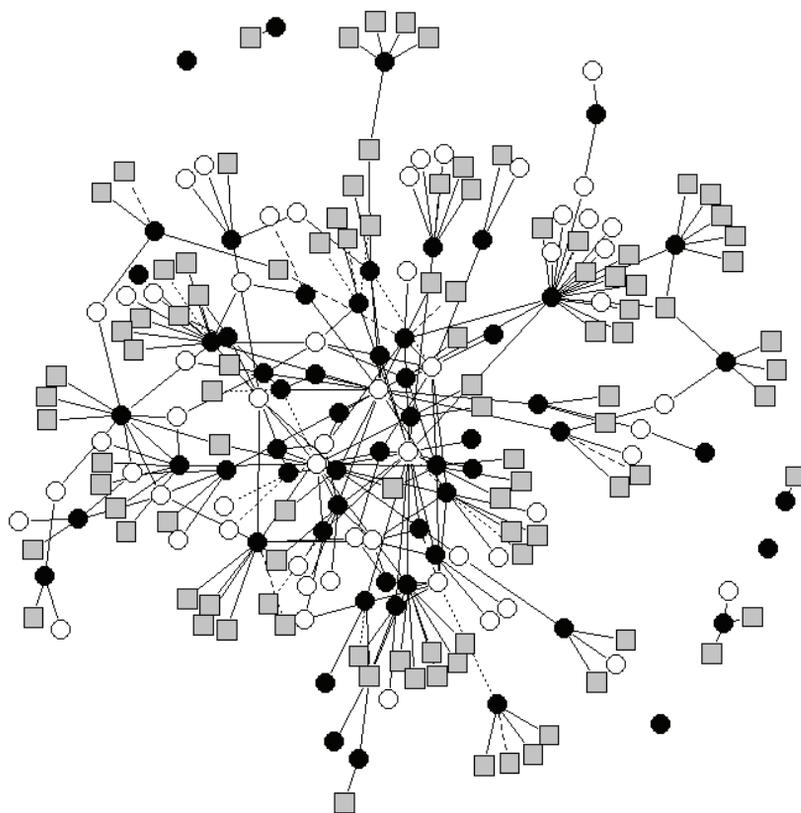
Los tipos de lazos que conectan a los agentes en el gráfico muestran las distintas motivaciones por las cuales las empresas biotecnológicas argentinas han establecido alianzas estratégicas con terceros. Los vínculos son diferenciados, según el estilo de la línea, en conocimiento, producción y comercialización. Los acuerdos con el fin de crear, intercambiar o transferir conocimiento están representados en por líneas *continuas*, los acuerdos con fines productivos están representados por líneas *punteadas* y los acuerdos con fines comerciales se muestran con líneas *rayadas*. Entre las alianzas relacionadas con la transferencia o creación de conocimiento se pueden diferenciar aquellas “direccionadas”, realizadas a fin de acceder o transferir conocimiento (por ejemplo, acuerdos de licencia) y aquellas “no direccionadas” (acuerdos de I+D). Las primeras tienen una flecha que apunta al agente que recibe la tecnología.

De las 59 firmas relevadas, 51 han establecido vínculos formales para realizar actividades relacionadas con la creación y transferencia de conocimiento, producción y comercialización. El hecho de que la gran mayoría de las empresas haya participado en alianzas estratégicas muestra que, tal como ocurre en otras regiones en las que el campo biotecnológico tiene cierto desarrollo, las firmas biotecnológicas se comportan como organizaciones en red.

El motivo principal por el que las firmas establecen colaboraciones está relacionado con la adquisición, transferencia o creación de conocimiento. Encontramos que 238 del total de 275 colaboraciones (86%) son acuerdos de I+D y licencias. Las licencias predominan fundamentalmente entre las empresas de *biotecnología agropecuaria MG*, mientras que los acuerdos de I+D son comunes a todos los campos en los que la biotecnología se aplica. Mucho menos significativos, en términos cuantitativos, son los acuerdos con fines productivos y de comercialización. Se han relevado 21 y 15 acuerdos, respectivamente.

Algunas estadísticas permiten entender mejor la estructura de la red de vinculaciones (ver tabla 2). En promedio, cada empresa biotecnológica argentina estableció entre cuatro y cinco alianzas entre 2003 y 2008. De estas, tres tuvieron el objeto de crear, intercambiar o transferir conocimiento. La relevancia de las últimas queda también ilustrada cuando se contempla la cantidad de empresas aisladas (que no han establecido vínculos). Los datos muestran que solo 11 firmas no han participado en acuerdos de I+D o licencias mientras que un número mayor de firmas no estableció vínculos de los otros tipos (producción, 51, y comercialización, 57).

Gráfico 1. Red de acuerdos formales de I+D, licencias, producción y comercialización en la que las empresas biotecnológicas argentinas participaron en el período 2003-2008



Nota: Nodos de la red: empresas biotecnológicas argentinas (*círculos negros*), OPI argentinas (*círculos blancos*), organizaciones localizadas en otros países (*cuadrados grises*). Vínculos: acuerdos de I+D y transferencia de tecnología (*línea sólida*), de producción (*línea punteada*) y de comercialización (*línea rayada*).

Tabla 2. Estadísticas, por tipo de colaboración

Tipo de colaboración	Grado promedio	Desvío standard	Máximo grado	Mínimo grado	Nodos aislados
Creación y transferencia de conocimiento	3,71	4,21	23	1	11
Producción	0,15	0,41	2	1	51
Comercialización	0,03	0,18	2	1	57
Total	4,61	5,04	27	1	8

Distinguiendo las empresas según las diferentes aplicaciones biotecnológicas, observamos que el patrón para el conjunto se corresponde con cada aplicación biotecnológica particular (ver tabla 3): los acuerdos relacionados con la creación e intercambio de conocimiento predominan, mientras que los acuerdos con fines productivos y de comercialización son minoritarios. El área de salud cuenta con el mayor número de colaboraciones en I+D (93), que representa el 40% del total de este tipo de colaboraciones. Las empresas que aplican biotecnología a *salud humana* también establecen la mayor cantidad de acuerdos por motivos productivos, mientras que aquellas especializadas en biotecnología para la *salud animal* tienen la mayor cantidad de acuerdos de comercialización.

Tabla 3. Cantidad de cooperaciones de las empresas biotecnológicas argentinas, por área de aplicación y tipo de cooperación (2003-2008)

Aplicación biotecnológica	Cantidad de cooperaciones		
	I+D	Producción	Comercialización
Salud humana	93	10	2
Salud animal	47	2	6
Biotecnología agropecuaria MG	43	2	3
Biotecnología agropecuaria no MG	41	6	4
Procesamiento industrial	14	1	0

Estos resultados indican que las empresas biotecnológicas argentinas utilizan las alianzas estratégicas más con el fin de obtener e intercambiar conocimiento, *know-how* y tecnología que por otras razones. En el apartado siguiente, el análisis se concentra en estudiar más detalladamente este tipo de vínculos.

## La red de conocimiento de las empresas biotecnológicas argentinas

La red de conocimiento se definió a partir de los acuerdos de I+D y la transferencia de conocimiento (licencias) en los que las empresas biotecnológicas argentinas participaron en el período 2003-2008. La vasta mayoría de las firmas ha establecido acuerdos de I+D en el período y, por lo tanto, forman parte activa de esta red. En el sector de salud animal, por ejemplo, todas las firmas relevadas han establecido convenios de I+D en el período. En este apartado estudiaremos la composición de la red de conocimiento a fin de comprender con qué organizaciones y actores las empresas biotecnológicas argentinas aúnan esfuerzos para desarrollar tareas de innovación y/o adquieren o transfieren conocimiento.

La tabla 4 ilustra para cada área de aplicación biotecnológica la cantidad de colaboraciones en I+D establecidas con organizaciones en la Argentina y en otros países. Las organizaciones son diferenciadas según sean empresas u OPI. Para las vinculaciones en la Argentina se diferencian, además, los vínculos con otras empresas biotecnológicas y con otras firmas (por ejemplo, proveedores o firmas no biotecnológicas).

Tabla 4. Cantidad de colaboraciones forjadas por las empresas biotecnológicas argentinas con organizaciones locales e internacionales entre 2005 y 2008, según el área de aplicación biotecnológica

Aplicación biotecnológica	Cantidad de colaboraciones en la Argentina con				Cantidad de colaboraciones en otros países con		
	Empresas biotecnológicas	OPI	Otras empresas	Total	Empresas	OPI	Total
Salud humana	6	55	0	61	13	19	32
Salud animal	3	19	1	23	11	12	23
Biotecnología agropecuaria MG	0	22	0	22	19	1	20
Biotecnología agropecuaria no MG	0	28	2	30	3	8	11
Procesamiento industrial	0	10	0	10	4	0	4
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>134</b>	<b>3</b>	<b>146</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>90</b>

Los datos muestran que las empresas biotecnológicas argentinas han forjado colaboraciones tanto con organizaciones locales (146 acuerdos) como extranjeras (90 acuerdos). El 91% de las colaboraciones para crear o transferir conocimiento forjadas localmente por las empresas biotecnológicas analizadas se ha establecido con universidades e instituciones de investigación radicadas en la Argentina. En cambio, solo 9 de los 146 acuerdos se establecieron con empresas locales que realizan actividades biotecnológicas. Las pocas sinergias entre empresas biotecnológicas argentinas se produjeron exclusivamente entre empresas de salud (humana y animal).

Si bien predominan las alianzas con organizaciones localizadas en la Argentina, el grado de vinculación con organizaciones situadas en otros países (que representan el 40% del total de los acuerdos) no puede ser ignorado. Las alianzas con organizaciones extranjeras se establecieron tanto con empresas (50 acuerdos) como con OPI (40 acuerdos), mayoritariamente localizadas en Europa y Estados Unidos (el 59% de los acuerdos con organizaciones extranjeras son norte-sur). Estos resultados, en concordancia con otra evidencia existente acerca del desarrollo de la industria biotecnológica fuera de los grandes centros mundiales, muestran que las alianzas parecieran deliberadamente orientadas hacia sectores de mayor desarrollo relativo. Por ejemplo, en el caso de la industria biotecnológica sueca (McKelvey *et al.*, 2003) o australiana (Gilding, 2008), las colaboraciones de I+D establecidas por las empresas también presentan un sesgo hacia la elección de *partners* o socios en los países líderes en biotecnología como Estados Unidos y el Reino Unido.

## Discusión de los resultados

La red de conocimiento de las empresas biotecnológicas argentinas está formada por acuerdos con organizaciones situadas tanto en la Argentina como en otros países. Respecto a las colaboraciones a nivel local, las empresas establecen alianzas principalmente con OPI. Este tipo de vinculación no es tan sorprendente dado que la actividad biotecnológica se caracterizó desde sus orígenes por la sinergia entre el ámbito de la ciencia y de la industria (Owen-Smith *et al.*, 2002; Zucker *et al.*, 1998; Arora y Gambardella, 1994). Las empresas biotecnológicas se alimentan de los resultados obtenidos en el ámbito científico y los “transforman” en productos comerciales. Lo que nuestros resultados sí ponen de manifiesto es la relevancia que tiene, desde el punto de vista de un país en desarrollo con interés en forjar industrias de alta tecnología, tener una base científica

local que facilite tanto el surgimiento como el posterior desarrollo de empresas en actividades intensivas en ciencia. Las empresas se desarrollan en estrecha colaboración con la base científica local.

El limitado (y casi inexistente) grado de colaboración entre las propias empresas biotecnológicas argentinas se ha observado también en otros países en los que la actividad biotecnológica se encuentra en desarrollo o detrás de la frontera.<sup>18</sup> Una posible explicación para la escasa interacción entre las empresas locales está relacionada con la heterogeneidad de la base de conocimiento de las empresas. La evidencia empírica es bastante concluyente respecto a que la probabilidad de establecer una alianza se incrementa cuando las bases de conocimiento entre las partes son suficientemente disímiles como para que existan posibilidades de aprendizaje mutuo, pero también suficientemente similares para que exista la suficiente capacidad de absorción que permita a las empresas trabajar en conjunto (Ahuja y Katila, 2001; Mowery *et al.*, 1996; Gulati y Gargiulo, 1999; Duysters y Shoemakers, 2006). Siguiendo este argumento, bien puede ser el caso de que las empresas biotecnológicas argentinas tengan bases de conocimientos demasiado heterogéneas o demasiado similares como para que el establecimiento de acuerdos de colaboración resulte atractivo.

Sin embargo, durante las entrevistas llevadas a cabo con directivos de las empresas biotecnológicas argentinas, estos manifestaron que otros factores, más allá de aquellos vinculados a las bases de conocimiento, afectan la posibilidad de establecer alianzas entre empresas locales. Muchos directivos reconocieron que existían posibilidades de colaboración con otras firmas locales, pero que las cooperaciones no se establecían por cuestiones relacionadas con la rivalidad de mercado. La competencia en el mercado local puede convertirse en una fuerza que impide la concreción de cooperaciones entre las empresas, aun cuando estas sean potencialmente fructíferas.

En cuanto a las colaboraciones internacionales, nuestro estudio encuentra evidencia empírica alineada con otros estudios sobre la industria de biotecnología en otras regiones no líderes. Las colaboraciones con organizaciones localizadas en el extranjero son frecuentes, significativas y deliberadas. Prueba de ello es que las empresas biotecnológicas establecen acuerdos de I+D fundamentalmente con organizaciones localizadas en los grandes centros biotecnológicos mundiales. Estas colaboraciones internacionales pueden constituirse en un medio valioso a través del cual

---

18 Ver los casos de la industria biotecnológica en Portugal (Fontes, 2003; 2005), Canadá (Rees, 2005), Australia (Gilding, 2008), Suecia (McKelvey *et al.*, 2003) e Italia (Belussi *et al.*, 2008).

las empresas obtienen conocimientos que les permitan mejorar sus competencias tecnológicas y superar las desventajas que su localización puede aparejar (Rees, 2005). Además, en industrias tecnológicamente dinámicas como la biotecnológica, el acceso a conocimiento diverso y actualizado resulta clave para sostener procesos de aprendizaje y actualizar las bases de conocimiento de las firmas (Dahlander y McKelvey, 2005). De acuerdo con ello, los directivos de las empresas biotecnológicas argentinas aportaron evidencia que indica que las colaboraciones con organizaciones extranjeras proporcionan conocimientos y desarrollos que no están disponibles a nivel local o que, en muchos casos, son menos costosos.

### **Alianzas en I+D e innovación**

En esta sección se estudia el valor de las alianzas estratégicas para mejorar la capacidad de innovación de las empresas biotecnológicas argentinas. El estudio se restringe a aquellas colaboraciones con el fin de crear o transferir conocimiento realizadas entre las organizaciones argentinas y dos tipos de organizaciones: OPI en la Argentina y organizaciones en el extranjero. Los resultados están basados en un análisis descriptivo de los datos recogidos.

La tabla 5 muestra el número de empresas que han introducido nuevos productos y procesos en el período 2003-2008. Las empresas se distinguen entre aquellas que han o no participado de alianzas estratégicas con OPI locales y organizaciones extranjeras. Además, se clasifican las innovaciones en tres tipos: los productos o procesos que constituyen una innovación para la empresa, pero que ya existían en el mercado local e internacional; productos o procesos que son innovaciones para el mercado local (y también para la empresa), pero que ya existían en mercados extranjeros, y productos o procesos que son innovaciones para el mercado internacional en su conjunto. Claramente, las innovaciones más relevantes son aquellas que son nuevas para el mercado internacional.

Uno de los principales resultados que se muestran en la tabla 5 es que la mayoría de las empresas que han introducido productos y procesos nuevos en el mercado internacional también han participado de alianzas estratégicas. 17 de las 21 empresas que han tenido éxito en introducir una innovación de producto nueva para el mercado mundial han colaborado con OPI locales, mientras que 14 de las 21 establecieron colaboraciones con organizaciones en el extranjero. En el caso de las 17 empresas que lograron una innovación de proceso de escala internacional, 13 han participado en actividades conjuntas de I+D con OPI locales y 10 con socios extranjeros.

Estos resultados sugieren que existe una fuerte correlación entre la capacidad de innovación de las empresas y su propensión a establecer convenios de colaboración con organizaciones fuera de la industria local.

Tabla 5. Capacidad de innovación de las empresas biotecnológicas argentinas y su participación en alianzas con el fin de crear y/o transferir conocimiento.

Cantidad de empresas biotecnológicas que innovaron en	Empresas biotecnológicas que establecieron acuerdos de I+D con			
	OPI en la Argentina		Organizaciones en el extranjero	
	No	Sí	No	Sí
<b>Productos</b>				
Solo nuevos para la firma	1	2	1	2
Solo nuevos para el mercado local	4	15	10	9
Solo nuevos para el mercado internacional	4	17	7	14
<b>Procesos</b>				
Solo nuevos para la firma	2	8	4	6
Solo nuevos para el mercado local	4	7	5	6
Solo nuevos para el mercado internacional	4	13	7	10

También podemos observar que la mayoría de las empresas que innovaron en productos y/o procesos, cualquiera sea el grado de novedad de las innovaciones consideradas, ha colaborado con OPI locales. Este resultado respalda la idea de que las universidades son una de las fuentes más relevantes para la actividad innovadora de las empresas (Cohen *et al.*, 2002; Arundel y Geuna, 2004; Kaufmann y Todtling, 2001). Las OPI pueden contribuir a acelerar los procesos de innovación (Mansfield, 1991; Klevorick *et al.*, 1993) y a reforzar las capacidades científicas de las empresas (Arora y Gambardella, 1994) proporcionando el conocimiento que no está disponible, o al menos es más difícil de obtener, en el ámbito industrial. Además, este resultado también contribuye a destacar el importante papel que las instituciones científicas y de investigación desempeñan en el desarrollo de una industria intensiva en conocimiento.

El resto del análisis se centra en innovaciones que son nuevas para el mercado internacional. La tabla 6 muestra en qué medida las empresas que innovaron también han participado de acuerdos con el fin de crear o transferir conocimiento. Se consideran cuatro indicadores de innovación: la obtención de una innovación de producto, la obtención de una innovación de proceso, la solicitud de una patente en la Argentina y la solicitud de una patente en Estados Unidos.

Tabla 6. Capacidad de innovación de las empresas biotecnológicas argentinas y su participación en colaboraciones con OPI locales y organizaciones extranjeras

Cooperaciones con:	Cantidad de cooperaciones promedio de empresas que:							
	Innovaron en productos		Innovaron en procesos		Solicitaron patentes en la Argentina		Solicitaron patentes en Estados Unidos	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
OPI en la Argentina	2,31	2,2	3,05	1,93	3,76	1,45	3,92	1,74
					**		**	
Organizaciones en el extranjero	1,28	1,26	1,64	1,11	2,05	0,87	2,46	0,93
					*			

\*, \*\* Significancia al 5% y 1%, respectivamente.

Las empresas que han innovado en productos y procesos nuevos para el mercado internacional han participado, en promedio, relativamente más en acuerdos de I+D que las empresas que no han innovado. Sin embargo, las diferencias observadas no son lo suficientemente grandes como para ser estadísticamente significativas. En el caso de las empresas que solicitaron patentes en la Argentina, han forjado más del doble de acuerdos de I+D con OPI locales y organizaciones en el extranjero que aquellas empresas que no han aplicado patentes en el período. Estas diferencias resultan estadísticamente significativas. Además, las empresas que solicitaron patentes en los Estados Unidos han forjado más colaboraciones con OPI y organizaciones extranjeras que las que no solicitaron patentes en ese país. La diferencia entre el número de colaboraciones establecidas con OPI locales por las

empresas que han solicitado patentes en Estados Unidos en comparación con aquellas que no lo hicieron es estadísticamente significativa.

En general, este último conjunto de resultados revela que aquellas empresas que se han mostrado más propensas a establecer convenios de I+D también han sido las que más han innovado. Estos resultados son estadísticamente significativos cuando se considera la solicitud de patentes.

## Conclusiones

La gran mayoría de las empresas biotecnológicas argentinas operan como “organizaciones en red”. Las propias características de la actividad biotecnológica, la complejidad de la tecnología y el ritmo vertiginoso con el que ocurre el cambio tecnológico impulsarían a las firmas a establecer alianzas estratégicas con organizaciones dentro y fuera de la industria local. Sin bien las empresas establecen colaboraciones por motivos diversos, la adquisición y transferencia de conocimiento es el mayor estímulo que explica su participación en alianzas estratégicas.

Además, nuestros resultados revelan que la estructura de la red de conocimiento de las empresas biotecnológicas argentinas es diferente de la estructura de red usualmente encontrada en los países que lideran la frontera biotecnológica, pero es similar a la de otros lugares en los que hay una industria biotecnológica en desarrollo. Las características más destacadas de la red de conocimiento son la escasa colaboración existente entre las empresas biotecnológicas argentinas, el rol central que juegan las OPI locales en el armado de la red y la relevancia de las colaboraciones con organizaciones en el extranjero, fundamentalmente localizadas en los países líderes.

La importancia de los acuerdos para crear y transferir conocimiento con organizaciones en el exterior pone en evidencia que el desarrollo y el crecimiento de largo plazo de la actividad biotecnológica no pueden explicarse ni entenderse solamente por los flujos de conocimiento que se producen a nivel local. Las colaboraciones “no locales” son no solo frecuentes, sino también valiosas para el desarrollo de las actividades innovativas de las empresas biotecnológicas argentinas. La mayoría de las firmas que introdujeron innovaciones con novedad internacional han establecido convenios de colaboración en I+D con organizaciones extranjeras.

Otro resultado importante del presente trabajo es que la fortaleza de la base científica local de las universidades e institutos de investigación resulta crítica para el desarrollo de la biotecnología en la Argentina, así como lo es en cada región en la que este tipo de actividad intensiva en cien-

cia se desarrolla. Encontramos evidencia que sugiere que la participación de las empresas en acuerdos de I+D con OPI contribuye a la capacidad innovativa de las empresas.

Los resultados encontrados pueden tener implicaciones en términos de política. Consideramos que la decisión de las empresas biotecnológicas argentinas de intercambiar y crear conocimiento (a través de acuerdos formales) tanto con la comunidad científica local como con organizaciones extranjeras debe ser particularmente considerada por los responsables de diseñar y llevar a cabo políticas científicas e industriales. Especialmente debido a que este tipo de acuerdos es valioso para ayudar a las firmas a innovar. Asimismo, nuestros resultados muestran la importancia de adoptar una visión abierta de los procesos de innovación y los flujos de conocimiento, y los riesgos de fomentar interacciones únicamente a nivel local. Investigaciones futuras deberían abordar las razones que explican los patrones de colaboración observados. En particular, ¿cuáles son los factores que explican la estructura de la red de conocimiento encontrada? Y, ¿cuáles son las razones que obstaculizan las sinergias entre empresas biotecnológicas argentinas? Consideramos que deben ser analizados tanto aquellos factores relacionados con la capacidad tecnológica y de absorción de las empresas como los relacionados con la construcción de confianza y el efecto de la competencia en la decisión de las empresas de colaborar con terceros.

## Bibliografía

- Ahuja, G. (2000). "Collaboration networks, structural holes and innovation: A longitudinal study", *Administrative Science Quarterly*, 45, 425-455.
- Ahuja, G. y Katila, R. (2001). "Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study", *Strategic Management Journal*, 22, 197-220
- Andrews, K. (1971). "The concept of corporate strategy", Homewood: Dow-Jones Irvin.
- Anlló G.; Bisang, R. y Stubrin, L. (2011). "Las empresas de biotecnología en Argentina", Documento de Proyecto, CEPAL.
- Arora, A. y Gambardella, A. (1994). "Complementarity and external linkages: The strategies of large firms in biotechnology", *Journal of Industrial Economics*, 38, 361-379.

- Arundel, A. y Geuna, A. (2004). "Proximity and the use of public science by innovative European firms", *Economics of Innovation and New Technology*, 13 (6), 559-580.
- Audretsch, D.B. y Feldman, M.P. (1996). "R&D spillovers and the geography of innovation and production", *American Economic Review*, 86, 630-640.
- Bartley, S.; Freeman, J. y Hybels, R. (1992). "Strategic alliances in commercial biotechnology", *Networks and organizations: Structure, form and action*, 311-347, President and Fellows of Harvard College.
- Bathelt, H.; Malmberg, A. y Maskell P. (2004). "Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation", *Progress in Human Geography*, 28 (1), 31-56.
- Becattini, G. (1990). "The Marshallian industrial district as a socio-economic notion", en Pyke, F.; Becattini, G. y Sengenberger, W. (eds.), *Industrial districts and inter-firm cooperation in Italy*, Ginebra: International Institute for Labour Studies, 37-51.
- Belussi, F.; Sammarra, A. y Sedita, S. (2008). "Managing long distance and localized learning in the Emilia Romagna life science cluster", *European Planning Studies*, 16(5), 665-692.
- Bell, M. y Albu, M. (1999). "Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries", *World Development*, 27 (9), 1715-1734.
- Bisang, R. y Stubrin, L. (en prensa). "Las empresas de biotecnología en la provincia de Santa Fe", Documento de proyecto, Oficina de la CEPAL en Buenos Aires, Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe.
- Breschi, S. y Lissonni, F. (2001). "Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey", *Industrial and Corporate Change*, 10(4).
- Breschi, S. y Malerba, F. (2001). "The geography of innovation and economic clustering: Some introductory notes", *Industrial and Corporate Change*, 4 (10), 817-833.
- Brink, J.; Dahlander, L. y McKelvey, M. (2007). "Developing capabilities: An analysis of biotechnology in two regions in Australia and Sweden", *European Planning Studies*, 15(6), 727-751.
- Burt, R.S. (1992). *Structural holes: The social structure of competition*, Cambridge: Harvard University Press.

- Camagni, R. (1991). "Introduction: from the local 'milieu' to innovation through cooperation networks", en Camagni, R. (ed.), *Innovation networks: Spatial perspectives*, Londres: Belhaven Press, 1-9.
- Carlsson, B. (2001). *Technological systems in the bio industries. An international study*, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Cassiman, R. y Veugelers, B. (2006). "In search of complementarity in the innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition", *Management Science*, 52, 68-82.
- Cawthorne, P.M. (1995). "Of networks and markets: The rise and rise of a South Indian town, the example of Tiruppur's cotton knitwear industry", *World Development* 23(1), 43-56.
- Coenen, L.; Moodysson, J. y Asheim, B. (2004). "Nodes, networks and proximities: On the knowledge dynamics of the medicon valley biotech cluster", *European Planning Studies* 12(7), 1003-1018.
- Cohen W.M.; Nelson, R.R. y Walsh, J.P. (2002). "Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D", *Management Science*, 48 (1), 1-23.
- Coleman, J.A. (1988). "Social capital in the creation of human capital", *The American Journal of Sociology*, 94, 95-120.
- Cooke P. (2001). "Regional innovation systems, clusters and the knowledge economy", *Industrial & Corporate Change*, 10, 945-974.
- Dahlander, L. y McKelvey, M. (2005). "The occurrence and spatial distribution of collaboration: Biotech firms in Gothenburg, Sweden", *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(4), 409-431.
- Duysters, G. y Schoenmakers, W. (2006). "Learning in strategic technology alliances", *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(2), 245-264.
- Dyer, J.H. y Nobeoka, K. (2000). "Creating and managing a high performance knowledge sharing network: The Toyota case", *Strategic Management Journal*, 21, 345-367.
- Eisenhardt, K.M. y Schoonhoven, C.B. (1996). "Resource-based view of strategic alliance formation: Strategic and social effects in entrepreneurial firms", *Organizational Science*, 7, 136-150.
- Fontes, M. (2003). "Distant networking? The out-cluster strategies of new biotechnology firms", ASEAT Conference on Knowledge and Eco-

- conomic and Social Change: New Challenges to Innovation Studies, Manchester, 7 al 9 de abril.
- Fontes, M. (2005). "Distant networking: The knowledge acquisition strategies of 'out-cluster', biotechnology firms", *European Planning Studies*, 13(6), 899-920.
- Galhardi, R. (1994). *Small high technology firm in developing countries. The case of biotechnology*, Aldershot: Avebury Press.
- Gertler, M. y Levitte, Y. (2003). "Local nodes in global networks: The geography of knowledge flows in biotechnology innovation", DRUID's Summer 2003, Helsingore.
- Gilding, M. (2008). "The tyranny of distance: Biotechnology networks and clusters in the antipodes", *Research Policy*, 37(6/7), 1132-1144.
- Giuliani, E. (2006). "The uneven and selective nature of cluster knowledge networks: Evidence from the wine cluster", CIRCLE Electronic Working Paper Series 2006-11, CIRCLE (Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy), Lund University.
- Giuliani, E. (2007). "Towards an understanding of knowledge spillovers in industrial clusters", *Applied Economics Letters*, 14, 87-90.
- Giuliani, E. y Bell, M. (2005). "The micro-determinants of meso-level learning and innovation: Evidence from a Chilean wine cluster", *Research Policy*, 34, 47-68.
- Granovetter, M. (1985). "Economic action and social structure: The problem of embeddedness", *American Journal of Sociology*, 91, 481-510.
- Gulati, R. (1995). "Does familiarity breed trust? The implications of repeated ties for contractual choice in alliances", *Academy of Management Journal*, 38, 85-112.
- Gulati, R. (1998). "Alliances and networks", *Strategic Management Journal*, 19, 293-317.
- Gulati, R. y Gargiulo, M. (1999). "Where do inter-organizational networks come from?", *American Journal of Sociology*, 104, 1439-1493.
- Hagedoorn, J. (1992). "Strategic alliances in information technology among firms in western industrialized nations", en Peters, L.S. (ed.), *International issues in the management of technology* (10), JAI Series on International Business and Finance.

- Hagedoorn, J. y Duysters, G. (2000). "The effects of mergers and acquisitions on the technological performance of companies in high tech environment", mimeo, University of Maastricht.
- Hagedoorn, J. y Roijakkers, N. (2006). "Inter-firm R&D partnering in pharmaceutical biotechnology since 1975: Trends, patterns, and networks", *Research Policy*, 35, 431-446.
- Heimeriks, G. y Boschma, R. (2011). "The geography of biotechnology", DIME Conference, Maastricht, 6 al 8 de abril.
- Kauffman, A. y Todtling, F. (2001). "Science-industry interaction in the process of innovation: The importance of boundary-crossing between systems", *Research Policy*, 30, 791-804.
- Kennedy, M.J. (1991). "The evolution of the word biotechnology", *TRENDS in Biotechnology*, 9, 218-220.
- Klevorick, A.K.; Levin, R.C.; Nelson, R.R. y Winter, S.G. (1993). "On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities", *Research Policy*, 24, 185-205.
- Knoke, D. y Yang, S. (2008). *Social network analysis*, SAGE Publications.
- Kogut, B. (1989). "The stability of joint ventures: Reciprocity and competitive rivalry", *Journal of Industrial Economics*, 38(2), 183-198.
- Koput, K.W.; Smith-Doerr, L. y Powell, W.W. (1997). "Learning and industry structure: The evolution of networks in biotechnology", en *Advances in strategic management research*, Greenwich: JAI Press, 229-254.
- Lawson, C. y Lorenz, E. (1999). "Collective learning, tacit knowledge and regional innovative capacity", *Regional Studies*, 33(4), 305-317.
- Lawton Smith, H. (2004). "The biotechnology industry in Oxfordshire: Enterprise and innovation", *European Planning Studies*, 12, 985-1001.
- Mansfield, E. (1991). "Academic research and industrial innovation", *Research Policy*, 20, 1-12.
- Marsden, P.V. (1990). "Network data and measurement", *Annual Review of Sociology*, 16, 435-463.
- Marsden, P.V. (2005). "Recent developments in network measurements", en *Models and methods in social network analysis*, Cambridge University Press, 8-30.
- Marshall, A. (1920). *Principles of economics*, Londres: Macmillan.

- McKelvey, M.; Alm, H. y Riccaboni, M. (2003). "Does co-location matter for formal knowledge collaboration in the Swedish biotechnology pharmaceutical sector?", *Research Policy*, 32(3).
- Miller, H.I. (2007). "Biotech's defining moments", *TRENDS in Biotechnology*, 25, 56-59.
- Mohnen, P. y Hoareau, C. (2003). "What type of enterprise forges close links with universities and government labs? Evidence from CIS 2", *Managerial and Decision Economics*, 24, 133-145.
- Mowery, D.C.; Oxley, J.E. y Silverman, B.S. (1996). "Strategic alliances and inter-firm knowledge transfers", *Strategic Management Journal*, 17, 77-91.
- Mowery, D.C.; Oxley, J.E. y Silverman, B.S. (1998). "Technological overlap and inter-firm cooperation: Implications for the resource-based view of the firm", *Research Policy*, 27, 507-523.
- Nadvi, K. (1996). "Small firms industrial districts in Pakistan", IDS D.Phil thesis, University of Sussex.
- Niosi, J. (2003). "Alliances are not enough explaining rapid growth in biotechnology firms", *Research Policy*, 32, 737-750.
- OCDE (2005). "A framework for biotechnology statistics", París: OCDE.
- Oinas, P. (1999). "Activity-specificity in organizational learning: implications for analyzing the role of proximity", *GeoJournal*, 49, 363-372.
- Orsenigo, L. y McKelvey, M. (2006). *The economics of biotechnology*, Edward Elgar.
- Owen-Smith, J. y Powell, W.W. (2004). "Knowledge networks as channels and conduits: The effects of spillovers in the Boston biotechnology community", *Organizational Science*, 15(1), 5-21.
- Owen-Smith, J.; Riccaboni, M.; Pammolli, F. y Powell, W.W. (2002). "A comparison of US and European university-industry relations in the life sciences", *Management Science*, 48 (1), 24-43.
- Piore, M.J. y Sabel, C.F. (1984). *The second industrial divide: Possibilities for prosperity*, Nueva York: Basic Book.
- Porter, M. (2000). "Locations, clusters and company strategy", en *The Oxford handbook of economic geography*, Oxford University Press, 253-274.
- Powell, W.W. y Brantley, P. (1992). "Competitive cooperation in biotechnology: Learning through networks?", en Nohria, N. y Eccles, R. (eds.), *Networks and organizations*, Boston: Harvard Business Press, 366-394.

- Powell, W.W.; Koput, K.W. y Smith-Doerr, L. (1996). "Inter-organizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology", *Administrative Science Quarterly*, 41, 116-145.
- Powell, W.W.; Koput, K.W.; Smith-Doerr, L. y Owen-Smith, J. (1999). "Network position and firm performance: Organizational returns to collaboration in the biotechnology industry", en Andrews, S. y Knoke, D. (eds.), *Networks in and around organizations*, volumen especial de la serie Research in the Sociology of Organizations, Greenwich: JAI Press.
- Powell W.W.; White, D.R.; Koput, K.W. y Owen-Smith, J. (2005). "Network dynamics and field evolution: The growth of inter-organizational collaboration in the life science", *American Journal of Sociology*, 110, 1132-1205.
- Rabelotti, R. (1995). "External economies and cooperation in industrial districts: A comparison of Italy and Mexico", IDS D.Phil thesis, University of Sussex.
- Rees, K. (2005). "Interregional collaboration and innovation in Vancouver's emerging high-tech cluster", *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 96(3), 298-312.
- Rosenkopf, L. y Almeida, P. (2003). "Overcoming local search through alliance and mobility", *Management Science*, 49, 751-766.
- Rothaermel, F. y Deeds, D. (2004). "Exploration and exploitation alliances in biotechnology: A system of new product development", *Strategic Management Journal*, 25 (3), 201-221.
- Schmitz, H. (1995). "Small shoemakers and fordist giants: Tale of a super cluster", *World Development*, 23(1), 9-28.
- Shan, W.; Walker, G. y Kogut, B. (1994). "Inter-firm cooperation and start-up innovation in the biotechnology industry", *Strategic Management Journal*, 15, 387-394.
- Thorsteinsdottir, H.; Melon, C.; Ray, M.; Chakkackal, S.; Li, M.; Cooper, J.; Chadder, J.; Saenz, T.; De Souza, M.; Ke, W.; Li, L.; Madkour, M.; Aly, S.; El-Nikhely, N.; Chatuverdi, S.; Konde, V.; Daar, A. y Singer, P. (2010). "South-south entrepreneurial collaboration in health biotech", *Nature Biotechnology*, 28, 407-416.
- Uzzi, B. (1996). "The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: The network effect", *American Sociological Review*, 61(4), 674-698.

- Van Beuzekom, B. y Arundel, A. (2009). "OECD biotechnology statistics 2009", París: OCDE.
- Van Geenhuizen, M. (2007). "Modeling dynamics of knowledge networks and local connectedness: A case study of urban high-tech companies in The Netherlands", *Annual Regional Science*, 41, 813-833.
- Visser, E.J. (1996). "Local sources of competitiveness. Spatial clustering and organizational dynamics in small-scale clothing in Lima, Perú", PhD Thesis, University of Amsterdam.
- Zucker, L.G.; Darby, M.R. y Brewer, M.B. (1998). "Intellectual human capital and the birth of US biotechnology enterprises", *American Economic Review*, 88, 290-306.

## Anexo. Metodología

### Biotecnología

Se adoptó la definición de biotecnología utilizada por la OCDE según la cual la biotecnología es “la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de los mismos, con el objeto de alterar materiales vivos o no, con el fin de producir conocimiento, bienes y servicios”.

A fin de interpretar correctamente la definición anterior, la OCDE define una lista arbitraria de técnicas que se consideran biotecnológicas y que funcionan a modo de guía interpretativa de la definición anterior. Según la OCDE, los métodos o técnicas biotecnológicas son:

**Técnicas de ADN/ARN recombinantes** (genómica, farmacogenómica, secuenciación de ADN, ingeniería genética)

**Proteínas y moléculas** (secuenciado/síntesis de proteínas/lípidos, hormonas, factores de crecimiento)

**Cultivo e ingeniería celular y de tejidos** (cultivo de células/tejidos, vacunas, manipulación de embriones)

**Biotecnología de procesos** (fermentación, bioprocesos, biorreactores)

**ADN medicamentos** (terapia génica, vectores virales)

**Células madre**

**Bioinformática**

Las áreas de aplicación biotecnológica consideradas son:

- *salud humana*: terapia con biofármacos y anticuerpos monoclonales producidos con tecnologías de ADN recombinantes, otras terapias, sustratos artificiales, cultivos celulares y métodos de diagnóstico;
- *salud animal* (ídem salud humana);
- *biotecnología agropecuaria MG*: nuevas variedades de plantas modificadas genéticamente, microorganismos y animales;
- *biotecnología agropecuaria no MG*: nuevas variedades de plantas no MG, animales y microorganismos para uso en agricultura, control de biopesticidas y desarrollo de diagnóstico utilizando técnicas biotecnológicas;
- *procesamiento industrial*: biorreactores para producir nuevos productos, biotecnología aplicada a procesos de transformación.

# Las contribuciones de las empresas jóvenes de base tecnológica al entramado productivo, el rol del capital emprendedor y las primeras implicancias de su proceso de extranjerización

MANUEL GONZALO\*  
JUAN FEDERICO\*\*  
SERGIO DRUCAROFF\*\*\*  
HUGO KANTIS (COORD.)\*\*\*\*

---

## Introducción y planteo del problema

La relación entre la creación de empresas y el desarrollo económico ha atraído el interés de académicos y políticos en los últimos años. Motorizados por la disponibilidad de bases de datos longitudinales, varios autores se abocaron al estudio de esta relación (Acs y Szerb, 2006; Audretsch y Thurik, 2001). Así, se desarrollaron modelos en los que la generación de innovaciones y el “efecto de derrame” del conocimiento (*knowledge spillo-*

---

\* Programa de Desarrollo Emprendedor (Prodem), Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina.

\*\* Prodem, Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Prodem, Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\*\* Prodem, Instituto de Industria, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

vers) aparecen como factores clave para explicar el vínculo entre nuevas empresas y crecimiento económico, que recuperan, en alguna medida, las ideas pioneras de Schumpeter (Audretsch y Keilbach, 2007; Braunerhjelm *et al.*, 2010). En este marco, varios trabajos se han orientado a entender los determinantes de la creación y el desarrollo de las nuevas empresas basadas en el conocimiento, especialmente las tecnológicas (Aaboen *et al.*, 2006; Colombo y Grilli, 2005).

Al mismo tiempo, un número más reducido de estudios puso el foco en la contribución efectiva de estas empresas al desarrollo y diversificación del tejido productivo (Autio, 1997; Fontes y Coombs, 2001). Las hipótesis detrás de estos estudios postulaban que estas empresas podrían constituirse en motores del crecimiento y la revitalización económica a través de la generación y difusión de innovaciones, la canalización del talento y conocimiento existente, la generación de nuevos puestos de trabajo altamente calificados, la aparición de nuevos sectores y actividades y la complejización de los patrones de especialización de las economías. Por ello, estas empresas se han convertido en un objetivo particularmente atractivo dentro de las políticas orientadas al desarrollo productivo y al nacimiento y desarrollo de nuevas empresas. Así, en las últimas dos décadas, cada vez más países se embarcaron en la creación de instituciones y programas de apoyo a la creación de empresas con alto potencial de crecimiento y, en particular, de aquellas basadas en el conocimiento y la innovación (Audretsch *et al.*, 2002). Incubadoras y aceleradoras de empresas, programas universitarios, fomento de los *spin-offs* académicos y desarrollo de la oferta de capital de riesgo aparecen como los instrumentos más utilizados (Comisión Europea, 2004).

Sin embargo, la discusión sobre el rol de las nuevas empresas de base tecnológica se desarrolla principalmente en el contexto de los países desarrollados, los cuales se encuentran en la frontera tecnológica global. En países más periféricos, la emergencia de nuevas empresas de base tecnológica es un fenómeno más restringido y así también los estudios e investigaciones que dan cuenta de sus características. Además, buena parte de los estudios se centran en la adaptación de nuevos conocimientos y tecnologías desarrollados en el exterior y su ajuste a las necesidades locales, por un lado, y en las vinculaciones que estas empresas establecen con el sistema local de ciencia y tecnología (Fontes y Coombs, 2001; Hinard de Padua *et al.*, 2002).

En la Argentina, el surgimiento de nuevas empresas basadas en la tecnología es un fenómeno que tomó un primer impulso en la década de los noventa, pero que se potenció desde la salida de la convertibilidad. Esto es

particularmente destacado en sectores emergentes como el desarrollo de software y otras aplicaciones basadas en la adopción de TIC, que siguen en gran medida la tendencia observada a nivel global (Ceria y Pallotti, 2010; López y Ramos, 2008). Rápidamente, este sector ganó visibilidad y fue objetivo de políticas activas para su desarrollo (foros de competitividad, Foro Fiduciario de Promoción de la Industria del Software [FONSOFT]) al tiempo que se fue avanzando en la conformación de un tejido institucional de soporte (Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos [CESSI], parques científicos y tecnológicos, etcétera).<sup>1</sup>

En este contexto, algunas empresas jóvenes del sector han conseguido atraer la atención de inversores del exterior. En algunos casos, inclusive, ello ha provocado cambios significativos en la conformación y distribución de su paquete accionario. Así, el rol que asume el capital emprendedor no es menor.<sup>2</sup> Al respecto, una revisión de la literatura sobre su rol clasifica sus aportes en cuatro tipos: a) estratégicos (planeamiento de proyectos, planes de marketing, manejo de las finanzas y *management* en general); b) de supervisión y control (institucionalización de sistemas de información y contables, balances, etcétera); c) de acceso a recursos (ampliando la red de contactos, intercediendo frente a otros futuros inversores, acercando fondos adicionales, etcétera); y d) en mentorías o tutorías, aportando apoyo moral, ampliando la visión del negocio, escuchando los problemas personales de los socios, entre otros (Politis, 2007).

Pese a esto, algunos autores señalan que las contribuciones del capital emprendedor no son tan claras, o al menos no necesariamente se materializan en una mejor performance de las firmas en las que participan (Ruhnka *et al.*, 1992). Respecto a América Latina, los estudios sobre la relación entre el capital emprendedor y las firmas en las que participa no están tan difundidos. En la Argentina, específicamente, la industria del capital de riesgo está escasamente desarrollada y no abundan los fondos

---

1 Las ventas del sector de software y servicios informáticos crecieron un 173% entre 2003 y 2008, y alcanzaron los 2400 millones de dólares, al tiempo que las exportaciones pasaron de 173 millones de dólares en 2003 a 540 millones (CEP, 2010). Este desempeño estuvo acompañado por un fenómeno emprendedor muy importante. El número de firmas se cuadruplicó. En la actualidad existen unas 1.600 empresas que emplean a unos 60.000 trabajadores altamente calificados, es decir que su empleo medio es de cerca de 40 personas (Ceria y Pallotti, 2010).

2 El capital emprendedor es la traducción del término inglés *venture capital* que ha adoptado el FOMIN-BID en lugar de la anterior capital de riesgo, ya que la primera hace más justicia al verdadero rol que asumen estos inversores externos en las empresas jóvenes. Se refiere esencialmente a los aportes de capital de fondos privados o de inversores ángeles.

locales de inversión. Es por esto que muchas de estas empresas jóvenes de base tecnológica recurren a capital emprendedor del exterior.

En este marco, el presente artículo tiene el objetivo de reflexionar sobre tres temas: a) las contribuciones de estas empresas jóvenes de base tecnológica en materia innovativa a las capacidades empresariales, al empleo y a la mejora en la inserción externa de la Argentina; b) los aportes no financieros del capital emprendedor y sus implicancias estratégicas y organizacionales sobre las empresas; y c) las transformaciones internas de las empresas producidas por los procesos de extranjerización y las primeras implicancias de estos procesos sobre el entramado productivo e institucional local. En este último punto, se busca abrir interrogantes antes que brindar respuestas contundentes.

Para cumplir con estos objetivos, a partir del estudio de dos casos, se buscará reflexionar sobre las siguientes preguntas: a) ¿de qué manera contribuye la creación y desarrollo de las empresas jóvenes de base tecnológica en materia innovativa a la generación de capacidades empresariales domésticas, al empleo y a la mejora en la inserción externa de la Argentina?; b) ¿cuáles son los aportes no financieros del capital emprendedor a estas empresas?; y c) ¿cuáles son las primeras implicancias del proceso de extranjerización y qué reflexiones se pueden hacer en términos de políticas de apoyo?

A continuación se describirán los principales aspectos de la metodología utilizada y las principales características de las empresas seleccionadas. Luego, se relatarán los casos de las empresas seguido de una sección dedicada a analizar y discutir las reflexiones que se pueden hacer a partir de ellos. Finalmente se deja un espacio para las conclusiones y el planteo de recomendaciones de políticas y de futuras líneas de investigación.

## **Enfoque metodológico y presentación de los casos**

Dado el objetivo y las preguntas planteadas en este estudio, se optó por adoptar un diseño metodológico cualitativo basado en la técnica de estudios de casos múltiples, definida como “...un experimento empírico que investiga un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto real, donde los límites entre el fenómeno y el contexto no son claros y en el cual se utilizan múltiples fuentes de información...” (Yin, 1989: 23). Esta metodología es especialmente recomendada para responder preguntas vinculadas con el *cómo* y el *por qué* los agentes se comportan de una determinada manera.

Se seleccionaron dos empresas a partir del criterio de selección denominado *typical cases* (Neergaard y Ulhoi, 2007). Los *typical cases* son aquellos que reflejan de manera más acabada el fenómeno que se pretende estudiar. Por ello, se fijaron los siguientes parámetros para la selección de las empresas: a) haber experimentado un crecimiento de su facturación de al menos un 20% anual acumulado durante un período de tres años consecutivos; b) pertenecer a sectores de alto dinamismo tecnológico, principalmente identificados con el uso de TIC; c) haber experimentado una significativa expansión internacional de sus actividades, y d) haber sido objeto de operaciones de incorporación de aportes de capital externo.

Las empresas fueron identificadas a partir de fuentes secundarias de información, como revistas especializadas, trabajos de investigación previos o distintas bases de datos. Para realizar el trabajo de campo, se diseñó una pauta guía de preguntas y luego se desarrollaron entrevistas semiestructuradas. Se hicieron dos entrevistas por empresa, en distintos días, de aproximadamente tres horas cada una. Las entrevistas fueron llevadas a cabo entre abril y noviembre de 2009. En todos los casos se entrevistó a los fundadores de las empresas. Sin embargo, como sugieren Eisenhardt y Graebner (2007), en los casos en los que existía más de un fundador, se buscó entrevistar al menos a dos de los fundadores para evitar tener unicidad en la visión. Además de las entrevistas, se utilizaron distintas notas periodísticas y series de información cuantitativa suministrada por las empresas (facturación, exportaciones, cantidad de empleados, inversión, etcétera).

A continuación se muestra un cuadro con la información principal de las dos empresas:

Cuadro 1. Principales características de las empresas relevadas

Nombre	Año del start up	Equipo fundador	Segmento	Características actuales
<b>Core Securities</b>	1996	Ivan Arce, Jonatan Altzul, Emiliano Kargieman, Ariel Futoransky, Gerardo Richarte y Lucio Torre (luego se fue de la empresa). Todos estudiantes de ciencias de la computación o de matemática. Alrededor de 20 años en el momento de fundar la empresa.	Seguridad informática: desarrollan software y hacen consultoría para detectar vulnerabilidades y proteger los sistemas de seguridad de las empresas.	180 empleados. 10 millones de dólares de facturación anual. 80% de la facturación en mercados externos.
<b>Three Melons</b>	2005	Mariano Suárez Battan, Patricio Jutard, Pablo Mayer, Augusto Petrone, Nicolás Cuneo y Santiago Siri (luego se fue de la empresa). Con experiencia heterogénea en programación de videojuegos, plataformas multimedia, marketing, economía empresarial, etc. Entre 20 y 30 años al momento de fundar la empresa.	Advergames: producción y comercialización de videojuegos cuya plataforma de soporte es Internet y las redes sociales allí presentes.	45 empleados. 1 millón de dólares de facturación anual. 93% de la facturación en mercados externos.

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas e información suministrada por las empresas.

## Core Security

Iván Arce, Jonatan Altszul, Ariel Futoransky, Emiliano Kargieman, Gerardo Richiarte y Lucio Torre se conocieron alrededor de 1994 a través del X25, una red social antecesora del MSN. Previamente a la fundación de Core, los futuros emprendedores eran *hackers*. El mundo de los *hackers* no era tan grande ni en la Argentina ni en el mundo. En ese pequeño mundo no era difícil conocerse. Pertenecían a la clase media porteña y tenían entre 17 y 25 años. Recién comenzaban la universidad en carreras de matemática, computación o sistemas y sentían un fuerte interés por la programación.

Después de un período de interacción en el mundillo *hacker*, Ariel fue contratado por la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) para desarrollar el área de seguridad informática del organismo. Al encarar este proyecto, armó un equipo convocando a Jonatan, Emiliano y Gerardo. Luego de trabajar algo más de un año en la AFIP, el deseo de trabajar de manera independiente los llevó a pensar en la fundación de Core. En esta cruzada se sumaron Iván y Lucio.

### El proyecto

Core nace en 1996. El primer proyecto fue generado a partir de las redes de *hackers*. Allí conocieron a un grupo de canadienses que habían empezado una empresa similar a Core, quienes los subcontrataron para desarrollar una parte de un software llamado Ballista, que detectaba vulnerabilidades en los sistemas de seguridad de las empresas. El primer proyecto ya era para un cliente del exterior. Paralelamente, hicieron algunas consultorías relacionadas con la seguridad informática de las empresas y con el *outsourcing* de procesos de investigación y desarrollo (I+D). En 1997 los convocó la Administración Nacional de Aduanas (ANA) para que realizaran una auditoría en sus sistemas de seguridad informática. Estos proyectos les permitieron seguir consolidando sus conocimientos.

Si bien algunos de ellos habían trabajado juntos en el proyecto de la AFIP, la mayoría no tenía experiencia gerencial. Así, los principales desafíos en el inicio del emprendimiento se relacionaron con el armado y la gestión de los equipos de I+D, el manejo del *timing* de los proyectos de consultoría y la interacción con el cliente.

Luego de que desarrollaron el 40% de Ballista, la empresa de los jóvenes canadienses se vendió en casi US\$ 30 millones. Core había cobrado por su parte del desarrollo alrededor de US\$ 40.000... Se estaban quedando con una parte muy chica de la cadena de valor, debían transformarse en

una empresa que comercializara un producto. Como premio a los servicios prestados por Core, los nuevos propietarios de Ballista les otorgaron un bono de US\$ 280.000 y un contrato para seguir siendo proveedores de la nueva empresa. A partir de este contrato, Emiliano viajó al Silicon Valley, lo cual sirvió para ampliar la visión del negocio, ver las posibilidades que existían para desarrollar nuevos productos y empezar a conocer el mercado estadounidense.

La transformación de Core en una empresa “de productos” no fue simple. Este pasaje requirió definir qué producto desarrollar y también, una serie de cambios en la forma de financiarse y en la organización del proceso de trabajo. En 1999, entre los miembros del equipo tenían unas cuantas ideas de productos para desarrollar, habían realizado diferentes consultorías y tenían un caudal considerable de información y conocimiento acerca de las vulnerabilidades de los diferentes sistemas de seguridad informática.

Así, mandaron faxes a los gerentes del área de informática de todas las empresas grandes y medianas de Buenos Aires buscando los primeros clientes que les permitieran financiar el desarrollo de su producto. El fax llegó a las manos del gerente de Seguridad Informática del Banco de Boston, quien se convirtió en el primer cliente. A medida que el equipo de Core comenzaba a comprender lo que el Banco necesitaba y luego de evaluar los distintos productos que existían en el mercado, se dieron cuenta de que lo que se necesitaba era un software que integrara diversos sistemas de seguridad para lograr una protección integral de las redes internas del Banco. Un producto que no era ofrecido por ninguna empresa local ni del exterior. En este sentido, la interacción con el cliente ayudó a definir el producto a desarrollar.

Pese a la experiencia en consultoría y a la capacidad del equipo emprendedor, nunca habían desarrollado un producto tan completo. Además, por ser el primer producto que desarrollaban, querían cumplir con las expectativas del Banco, lo cual agregó una dosis de perfeccionismo al proceso. Así, en vez de US\$ 400.000, el desarrollo del Core Force costó casi US\$ 5 millones y en vez de seis meses fueron más de dos años de desarrollo...

Los ingresos provenientes tanto del contrato con el Banco de Boston como de otras consultorías no alcanzaban para desarrollar la totalidad del producto. Entonces decidieron buscar financiamiento de inversores externos. A través de Endeavor, institución en la que habían sido seleccionados en el año 1998, establecieron contacto con Woods Staton, uno de los principales accionistas de Arcos Dorados (McDonalds en la Argentina) y propietario del Fondo Pegasus. A Staton le gustó el proyecto de Core, invirtió US\$ 700.000 y se quedó con el 10% de las acciones de la empresa.

## El crecimiento

A fines del año 2000, en Core entendían que habían desarrollado un producto único en el mercado. El Core Force era un sistema de seguridad que integraba distintas formas de protección y podía centralizar y gestionar toda la información acerca de los usuarios que entraban a los sistemas de las empresas. Pese a que algunas empresas, como Symantec y Tivoli, estaban desarrollando sistemas de seguridad integrados, estos aún no habían sido lanzados, lo que posicionaba al Core Force como el sistema de seguridad informática más completo del mercado.

En paralelo con algunos contratos que tenían en la Argentina, decidieron iniciar su proceso de internacionalización. El Banco de Boston les consiguió un contrato con la sucursal de Brasil para implementar el Core Force y Emiliano se fue a instalar las oficinas de Core en San Pablo. Al mismo tiempo, Jonatan se instaló en Nueva York para entrar en el mercado estadounidense. Los emprendedores siempre supieron que este último era el mercado target y ahora que tenían un producto, estaban preparados para entrar...

La expansión no marchó como pensaban... El atentado a las Torres Gemelas en los Estados Unidos y las sospechas empresariales a partir de la elección de Lula en Brasil “pararon” estos dos mercados. Paralelamente, en la Argentina se desataba la crisis de 2001. Además, el Core Force era un producto muy completo y sofisticado, pero demasiado “pesado” para ser vendido. Valía 5 millones de dólares y requería un proceso de venta muy largo para el cual se necesitaba una fuerza de ventas más grande que la que tenía Core. En Estados Unidos estaban solamente Jonatan y Jeff, un estudiante del MBA de Harvard que había realizado una pasantía en Core a través de Endeavor y que se quedó trabajando con ellos. En Brasil estaba Emiliano con un equipo de cuatro brasileños. Así, los eventos mencionados al comienzo de este párrafo pusieron un signo de interrogación respecto al futuro empresarial de Core.

Los emprendedores tomaron una serie de decisiones importantes. Dieron de baja las operaciones comerciales en Brasil y la Argentina y concentraron sus esfuerzos en el mercado estadounidense. Recurrieron a una segunda ronda de financiamiento externo para apuntalar la entrada a los Estados Unidos y mantener operando la empresa; a partir de ella, Morgan Stanley entró en el paquete accionario de Core aportando 1,5 millones de dólares y quedándose con un asiento en el Directorio. Redujeron el personal de ventas y *back office* en la Argentina y Brasil; a la vez, conservaron la totalidad del personal de I+D y lo reorganizaron para que finalizara el

desarrollo de un producto que venían pensando, menos sofisticado que el Core Force, pero más barato y fácil de vender.

En tres meses terminaron el desarrollo del Impact, un software que testeaba los sistemas de seguridad de las empresas automatizando las prácticas que ofrecían muchas consultoras. El proceso de desarrollo del Impact fue más simple porque ya habían acumulado rutinas y conocimientos a partir del desarrollo del Core Force. Jeff consiguió un primer comprador en Estados Unidos, la NASA, luego lo compró la Casa Blanca; después seguirían distintas oficinas públicas más chicas y, recientemente, Google. Las redes y el conocimiento de Jeff del mercado estadounidense fueron importantísimos, así como el efecto reputación y los contactos que aportó Morgan Stanley. Además, el Impact era un producto menos complejo que el Core Force, valía 10.000 dólares y podía ser vendido a través de Internet. Contrataron a un CEO estadounidense y desarrollaron una plataforma de ventas por Internet que ampliaba las posibilidades de comercialización del Impact. El cambio de producto implicó una modificación en la estrategia de comercialización, se pasó de un ciclo de ventas de largo plazo a uno de corto plazo y masivo. Esto permitió que, con los pocos recursos humanos con los que contaban, se cubrieran las necesidades del nuevo perfil de demanda. Así, el Impact empezó a ser traccionado fuertemente por el mercado estadounidense.

A medida que se fue consolidando el crecimiento en el mercado estadounidense, fueron aumentando los recursos humanos de ese país en las áreas gerenciales. Asimismo, en 2005, Morgan Stanley acentuó su participación en la empresa aportando US\$ 4,5 millones en una segunda ronda de financiamiento, se quedó con el 66% del paquete accionario y aumentó considerablemente su poder de decisión en el Directorio. Esto significó un cambio en el estilo de dirección de la empresa, que empezó a implementar prácticas más estrictas de control y manejo de la información. Estas transformaciones se fueron materializando a través de la contratación de un nuevo CEO estadounidense y de la salida de algunos de los emprendedores de sus cargos de gestión.

En 2009, la facturación de Core estaba en el orden de los US\$ 10 millones y exportaba más del 50% a los Estados Unidos. Actualmente tiene 180 empleados, de los cuales 150 se encuentran localizados en la ciudad de Buenos Aires desde donde se sigue desarrollando el grueso de las actividades de I+D. Más de la mitad del paquete accionario de la empresa está en manos estadounidenses y el centro de decisiones está en Boston. La mayor parte del equipo fundador ya no ocupa cargos de gestión, solo tienen un espacio en el Directorio. Emiliano y Jonatan, en tanto, crearon

el fondo de inversión Aconcagua Ventures, especializado en oportunidades tecnológicas.

## Three Melons

Three Melons es una empresa nacida en 2005, dedicada a la producción y comercialización de videojuegos cuya plataforma de soporte es Internet.

A partir de un viaje vacacional que compartieron Mariano Suárez Battan y Patricio Jutard, amigos del colegio secundario, surgió la idea de fundar una empresa de videojuegos. Ambos comenzaron a reclutar el equipo de trabajo inicial. Por una parte, Mariano convocó a Pablo Mayer, a quien había conocido en una competencia de emprendedores organizada por la Universidad Austral, para trabajar en lo referido a la comunicación, marketing y definición de productos. Patricio, por otro lado, reclutó a Augusto Petrone, Nicolás Cuneo y Santiago Siri<sup>3</sup> para el desarrollo de los juegos, a quienes conocía del mundo de la programación y de los videojuegos y con quienes venía pensando en generar un emprendimiento. Mariano, con un plan de negocios y una idea de empresa, los sedujo para que se involucraran en el emprendimiento.

Los antecedentes del equipo fundador son diversos y complementarios. Mariano se graduó como licenciado en Economía Empresarial en la Universidad Torcuato Di Tella (UTDT) y en el momento de fundar la empresa estaba al frente de otro emprendimiento: Sincromatic, también dedicado a la producción de software. Sin embargo, al comenzar con Three Melons, dejó Sincromatic. Patricio, graduado de Ingeniería en Sistemas, se encontraba trabajando en el desarrollo de plataformas de comunicación y multimedia para la industria del *e-learning*. Los restantes fundadores estaban trabajando en la industria y se habían formado tanto en la universidad como en empresas del sector. Todos tenían entre 22 y 35 años.

### El proyecto

El primer paso fue conseguir financiamiento para viajar a ferias y exposiciones internacionales de la industria, constituir la empresa formalmente, alquilar oficinas y cubrir los salarios del equipo de desarrollo. Buscaban cubrir los primeros ocho meses de operación de la empresa considerando

---

3 Santiago fue uno de los primeros autores de publicaciones sobre videojuegos en la Argentina. Tiempo después abandonó la empresa y decidió crear su propio emprendimiento, que se transformó en el primer *spin-off* generado desde Three Melons.

la etapa de desarrollo y el contacto con los clientes. Entre fundadores y colaboradores, esta primera etapa contó con ocho personas que trabajaban a tiempo completo. Estas personas fueron reclutadas en los distintos ámbitos educativos y profesionales de los que habían participado sus fundadores.

El monto de financiamiento que debían conseguir era de al menos US\$ 150 millones. Mariano intentó convencer a distintos inversores ángel y fondos de capital de riesgo, pero en esta primera etapa no tuvo éxito. En sus propias palabras, “el capital de riesgo en la Argentina no apuesta en las etapas en las que todavía el riesgo de fracaso es muy elevado”. Entonces, en 2005 decidieron financiarse a través de la familia y amigos mediante aportes de familiares de Mariano, que obtuvieron a cambio una participación en la empresa. A medida que la empresa fue creciendo, los demás fundadores fueron obteniendo una participación accionaria a partir de acuerdos que luego fueron formalizando.

Los primeros productos de la empresa estuvieron focalizados principalmente en la industria de *advergames*: juegos demandados por empresas para hacer acciones de marketing, fidelización y posicionamiento entre los usuarios de los juegos. El esquema de trabajo para los clientes era el tradicional *software as a service*. A partir de desarrollar productos para Repsol YPF, Sony Argentina o Lego (este último tuvo un fuerte éxito con 20 millones de jugadores individuales para el *Lego Indiana Jones*), la reputación de la empresa fue creciendo, lo cual facilitó la llegada a otras empresas.

Para el desarrollo de productos, el equipo de trabajo utilizó técnicas existentes de programación ágil y flexible, orientada a procesos que requieren interacción permanente con clientes para revisar requerimientos y efectuar cambios sobre la marcha del proyecto. No se trataba solo de programar, sino de orientar sus esfuerzos a lo que demandaba el mercado. En este sentido, fue importante profesionalizar la incorporación de nuevos colaboradores al equipo de trabajo. Para ello se valieron de un convenio de pasantías con un instituto terciario que capacita desarrolladores de videojuegos.

Desde el comienzo fue necesario desarrollar una amplia red de contactos con personas claves de la industria, particularmente en los principales mercados. Los viajes y las exposiciones sirvieron a esos fines, pero también el desarrollo sistemático de relaciones y el seguimiento permanente desde el área comercial. Esto los fue llevando a conseguir más clientes y a participar en algunas etapas de juegos de otros estudios.

A nivel organizacional, desde el inicio fueron generando áreas funcionales buscando delegar responsabilidades y autoridad. La complementariedad del equipo permitió tener éxito en esta tarea y generar una fuerte sinergia entre los perfiles de los fundadores.

## El crecimiento

Después de apuntar al mercado de los *advergames*, comenzaron a explorar desarrollos de juegos on-line mediante antenas estratégicas: contactos desarrollados en viajes, programadores *freelance*, personal de otros estudios de videojuegos, que les permitían detectar oportunidades y desarrollos posibles de juegos.

No obstante, los fundadores previeron desde el comienzo que el tránsito por este segmento de mercado sería pasajero. Necesitaban ganar experiencia en el desarrollo de juegos de mediana complejidad, entender la industria y, fundamentalmente, generar ingresos en el corto plazo. Se trataba de un proceso que serviría para apalancar la unidad de negocio *target* del futuro. Y para ello era necesario pasar del software *as a service* al desarrollo de productos propios. El objetivo final era convertir Three Melons en una empresa de videojuegos que desarrollara títulos propios y competir a nivel global.

Esta reconversión no resultó sencilla. Fue necesario hacer cambios a nivel organizacional e invertir en la incorporación de personal para el área de desarrollo de productos. En 2009, además de incorporar personal como todos los años anteriores, separaron a un equipo de trabajo compuesto por las personas más experimentadas y creativas para que traccione el desarrollo del primer videojuego propio de la empresa. Como resultado de este proceso, Three Melons lanzó recientemente al mercado su juego de fútbol para Facebook: Bola, una aplicación que tiene 145 mil usuarios por día.

Como este proyecto no podía ser financiado estrictamente con reinversión de utilidades, salieron en busca de financiamiento externo. A fines de 2008, Nexo Emprendedor, del Banco Santander Río, compró un porcentaje menor al 10% del paquete accionario por US\$ 600.000. Este aporte de capital fue destinado al desarrollo de nuevos productos y, en parte, a cancelar deudas. En tanto, el Santander pasó a integrar el Directorio y aportó una visión más financiera del negocio. Mariano también reconoce que la interacción con la gente del banco sirvió para testear ideas y para tener una visión externa que pudiera alertarlos sobre los indicadores para mejorar o para tener más en cuenta.

Pese al aporte de capital, la empresa sufrió cimbronazos. Mantener la plantilla de personal suponía un monto mensual elevado y aún no tenían suficientemente diversificada la cartera de clientes. Frente a la salida de un cliente grande, era difícil compensar la caída de ingresos con nuevas ventas en el corto plazo. No obstante, durante este período se sumaron otros inversores ángel que aportaron liquidez para afrontar los cimbro-

nazos. Además, Three Melons solicitó un subsidio al Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) para el desarrollo de nuevos productos.

En los primeros tres años de vida de la empresa, duplicaron anualmente el staff y alcanzaron en 2009 las 45 personas. En 2009 casi dos tercios de sus empleados trabajaban en actividades vinculadas al desarrollo de productos y un tercio son profesionales. El promedio de edad de los empleados estaba por debajo de los 30 años. La facturación pasó de US\$ 164 mil en el primer año de vida a un millón de dólares al finalizar el 2009; y esperaban que se duplicara en 2010. En el primer año de vida, las exportaciones representaban el 37% de su facturación mientras que en 2009 fueron del 93%; los principales mercados de destino son Estados Unidos (75%) y Europa (25%).

En marzo de 2010, Three Melons anunció su venta a la compañía norteamericana de videojuegos Playdom. Los términos de esta transacción no fueron revelados. El laboratorio de desarrollo de nuevos productos quedó en la Argentina y los fundadores continúan liderando estas actividades. En julio de 2010, Disney compró Playdom, los fundadores de Three Melons recibieron una compensación por esta compra.

## **Análisis y discusión de los casos**

Los párrafos a continuación resumen y estilizan los aspectos principales referidos a los tres ejes del presente trabajo: 1) las contribuciones de las empresas estudiadas en términos de innovaciones, de desarrollo de las capacidades empresariales domésticas, de empleo y de mejora en el perfil de inserción externo; 2) los aportes no financieros del capital emprendedor y su rol en el desarrollo de estas empresas, y 3) la incorporación del capital extranjero y sus primeros efectos sobre estas empresas y sus contribuciones.

### **Las contribuciones de las empresas jóvenes de base tecnológica**

En materia innovativa, las dos empresas analizadas fueron pioneras en sus distintos segmentos o sectores tanto a nivel local como a nivel global. Core fue una de las primeras empresas en desarrollar un sistema integral de seguridad informática en el mundo. Three Melons fue una de las primeras empresas argentinas en diseñar videojuegos on-line. En los dos casos, la creación de una nueva empresa fue el vehículo utilizado para comercializar un nuevo conocimiento o tecnología bajo condiciones de fuerte incertidumbre y altos costos de transacción, en un entorno en

el que incluso ni existía un mercado. Así, estas empresas se convierten en canales para traducir nuevos conocimientos en conocimiento comercializable (Braunerhjelm *et al.*, 2010).

Un segundo punto relevante es la capacidad de estas empresas para construir puentes hacia los lugares en los que se produce el conocimiento técnico relevante y se encuentra la frontera tecnológica. Estos mecanismos convierten a estas empresas en antenas estratégicas para el sector y para el resto del entramado productivo local. Así, estas empresas actúan como sintetizadores de conocimientos externos y difusores de estos hacia el ecosistema empresarial local (Fontes y Coombs, 2001).

Respecto a la generación de capacidades empresariales, sobre la base de una plataforma de capacidades acumuladas a través de su paso por el sistema educativo y sus experiencias empresariales previas, estos equipos emprendedores debieron continuar aprendiendo y perfeccionando distintos tipos de habilidades, en particular las gerenciales. Pese a que la mayoría de los miembros tenía cierta experiencia profesional, esta no necesariamente se correspondía con las nuevas funciones desempeñadas en sus emprendimientos. Los miembros del equipo fundador de Core rotaron en las distintas funciones que había que desempeñar y se perfeccionaron a través del “aprender haciendo”. En el caso de Three Melons, en la que los roles a priori habían sido delimitados desde los comienzos, fue necesario realizar ajustes y adaptaciones a las funciones y crear áreas nuevas para aprovechar la *expertise* de cada socio.

Dos aspectos vinculados con la difusión de capacidades empresariales en el tejido productivo local tienen que ver con el rol que estos emprendedores juegan como modelos de rol, por un lado, y el papel que tuvieron estas empresas como “incubadoras” de nuevos emprendimientos independientes. A través de su participación en diversas instituciones públicas y privadas, y de la difusión de sus historias, estos emprendedores se posicionan como agentes representativos de los emprendimientos dinámicos exitosos, van conformando la imagen de una “nueva camada de emprendedores jóvenes y exitosos argentinos” e incentivan a potenciales interesados a comenzar con sus propios emprendimientos. De igual forma, estas empresas han actuado como “organizaciones incubadoras” en la creación de otros nuevos emprendimientos llevados adelante por sus empleados, quienes capitalizan las oportunidades que brinda este tipo de empresas para acumular experiencias, conocimientos y redes. Además, estas empresas contribuyen a poner de manifiesto la génesis de una industria nueva que ahora comienza a figurar en el mapa de la industria global, como es el caso de la industria de los videojuegos.

En relación con el aporte de estas empresas al empleo, tanto en calidad como en cantidad, este no es despreciable. Precisamente, su perfil innovador las obliga a desarrollar y mantener un fuerte proceso de I+D interna. En los dos casos relevados, los equipos estaban compuestos por profesionales argentinos: equipos relativamente numerosos de programadores, ingenieros, analistas, matemáticos, etcétera. Estos equipos aún se mantienen en las empresas y representan un activo estratégico para estas ya que son recursos humanos con una buena formación de base y que, a su vez, también participaron de distintos procesos de desarrollo de productos y cuentan con una *expertise* relevante. Para responder a sus necesidades de perfiles especializados, las firmas analizadas han recurrido a la construcción de relaciones con distintos actores relevantes del medio local. En el caso de Core, se optó por la vinculación con ámbitos más informales, como el mundo de los *hackers* o la interacción de los fundadores con personas interesadas en el mundo de la seguridad informática en ámbitos académicos y del sector. Three Melons, en tanto, se nutrió de recursos humanos provenientes de uno de los primeros institutos terciarios de la argentina especializados en el diseño y la programación de videojuegos estimulando y, por otro lado, fortaleciendo el desarrollo de una todavía incipiente oferta formativa específica para este sector.

Además de las características vinculadas al perfil que estas empresas demandan, también es importante señalar su impacto en términos cuantitativos. Si bien en su arranque la demanda de recursos humanos no suele ser muy intensa porque se apoya sobre el capital humano incorporado en el equipo emprendedor, a medida que las empresas van creciendo, necesitan responder a mayores necesidades de capital humano. Y este crecimiento se ha registrado de manera muy importante en las empresas relevadas: Core alcanzó los 250 empleados y Three Melons, los 50.

Por último, una nota distintiva de estas empresas es su marcada orientación exportadora. Estas empresas asumen las características de las *born globals*, caracterizadas por su internacionalización temprana y un modelo de negocios de perfil netamente exportador (Oviatt y McDougall, 1995). En los dos casos, las ventas al exterior superan actualmente el 75% de la facturación, lo cual marca la importancia que tienen las exportaciones para el modelo de negocios de estas firmas (Fontes y Coombs, 1997). En ambas se observa una marcada orientación global en sus fundadores. Así, estas empresas permiten que los sectores a los que pertenecen ganen visibilidad internacional y propician que, bajo cierto liderazgo empresarial, se configure un *pool* de empresas exportadoras o, simplemente, se puedan abrir mercados de destino para otras empresas del sector. Estas externali-

dades positivas sobre la imagen externa del sector se ven más claramente en el caso de Three Melons y el sector de videojuegos argentino. En este sentido, es importante destacar que estas empresas han logrado insertarse de manera exitosa en mercados sofisticados como el estadounidense y ser proveedoras de grandes jugadores globales como, por ejemplo, IBM, Facebook o Google.

## El rol del capital emprendedor en las nuevas empresas de base tecnológica

Un primer elemento para destacar respecto a los aportes del capital emprendedor aparece durante la preparación del modelo de negocio que será presentado a los inversores externos. Tanto el apoyo brindado por instituciones como Endeavor (tutorías, contactos con fondos de inversión, etcétera) como la propia interacción del equipo emprendedor con los oferentes de capital sirvieron para que los emprendedores reevalúen las potencialidades y debilidades de sus empresas y mejoren distintas áreas o prácticas. En este sentido, en ambos casos se presenta un punto de inflexión en la trayectoria de las empresas y sus fundadores a partir del proceso de búsqueda y concreción del financiamiento externo recurriendo al capital emprendedor (inversores) para dar un salto cualitativo y cuantitativo en su trayectoria empresarial y avanzando hacia proyectos de internacionalización o buscando consolidarse en nuevos mercados.

En segundo lugar, una vez que las empresas cerraron sus acuerdos con los inversores externos, se constatan diferentes tipos y grados de involucramiento por parte de estos últimos. En el caso de Core, Wood Staton se limitó a aportar dinero ya que no tenía conocimientos de la industria de la seguridad informática. Contrariamente, Morgan Stanley, aportó conocimiento y contactos en el mercado estadounidense e influyó en la elección de un nuevo CEO y en el cambio en el estilo de gestión de la empresa. En tanto, en Three Melons, el Banco Río Santander aportó la visión más financiera del negocio, que no estaba tan presente en el equipo emprendedor, y funcionó como equipo de consulta sobre algunas nuevas ideas de negocio.

Lo anterior señala que, en línea con Politis (2007), los aportes del capital emprendedor pueden variar yendo desde lo estrictamente financiero, como el aporte de Wood Staton, hasta los aportes estratégicos, de visión y los contactos, como los de Morgan Stanley. En tanto, el grado de involucramiento parecería depender en mayor medida de las necesidades de las empresas invertidas en términos de tutorías, consultorías, contención y contactos que de lo que puedan ofrecer los inversores externos. Asimismo,

el involucramiento también depende de la participación accionaria que los inversores tengan en cada empresa

En tercer término, el caso Core sugiere que cuando estas empresas deciden dedicarse de lleno a los mercados externos, los *venture capitals* de los mercados de destino pueden transformarse en un aliado estratégico, en un paso necesario para lograr reputación en dichos mercados. En este sentido, Morgan Stanley contribuyó aportando tanto contactos como reputación para generar los primeros clientes en el mercado estadounidense.

Lo anterior también podría sugerir que, en este tipo de industrias tan competitivas, en las cuales los principales mercados para las empresas argentinas y latinoamericanas son los externos (Estados Unidos, principalmente, y Europa), la trayectoria hacia una mayor y mejor inserción en dichos mercados implicaría una progresiva extranjerización del paquete accionario de las empresas. Del mismo modo, el caso Three Melons también marca el grado de internacionalización que tienen estos sectores: en solo cinco años de vida, una empresa argentina logró llamar la atención y ser comprada por un jugador global como Playdom y luego pasar a ser parte de Disney.

## El rol del capital extranjero, ¿etapa superior del emprendedorismo?

Los dos casos analizados requieren cierto tiempo para que se puedan evaluar en su real dimensión los efectos o implicancias de estos procesos que operaron recientemente. Sin embargo, y más allá de que la proporción de nuevas empresas que reciben capitales del exterior es marginal (los casos planteados no son una muestra representativa del universo), es posible plantear el debate acerca de qué sucede con la contribución de los emprendimientos a la creación de capacidades empresariales locales, a la innovación y a las exportaciones una vez que estos procesos de extranjerización ocurren. Se trata de una cuestión compleja cuyo análisis debe eludir el riesgo de interpretaciones simplistas.

Three Melons es, quizás, el caso más extremo de extranjerización como resultado de su venta. El centro de decisión estratégico se trasladó al exterior. Sin embargo, la empresa y sus fundadores ocupan un rol destacado como filial estratégica de una empresa global. El laboratorio de desarrollo de videojuegos y el grueso de los recursos humanos quedaron en la Argentina. Así, el escalamiento del negocio, producto de la venta a un jugador global de la industria, podría implicar el crecimiento de la demanda local

de recursos humanos calificados dada la necesidad de ampliar el número de empleados para sostener la expansión que esta venta supuso.

El caso de Core muestra una imagen similar, aunque con algunos matices destacables. El capital extranjero ocupa en esta empresa un rol estratégico y mayoritario dentro del paquete accionario, aunque aún no alcanza un porcentaje que implique la extranjerización total de la empresa. Asimismo, a medida que crecieron las ventas en el mercado estadounidense, el *management* de la empresa pasó a ser mayoritariamente de nacionalidad estadounidense. Pese a esto, la mayoría de los recursos humanos vinculados a la I+D permanece localizada en la Argentina. Asimismo, un elemento destacado es el hecho de que el avance hacia la extranjerización supuso el “derrame” de las capacidades empresariales de los fundadores en beneficio del emprendimiento y la innovación en la Argentina. Dos de ellos retomaron la actividad emprendedora a través de la creación de un fondo de capital de riesgo que canalice financiamiento y apoyo a emprendedores tecnológicos nacionales (Aconcagua Ventures).

A partir de los casos se evidencia el grado de internacionalización en el que se desenvuelven estos sectores. Una empresa argentina fundada en 2005, Three Melons, despierta en 2009 el interés de un jugador global como Playdom, que luego es comprado por Disney. Esto también está relacionado con que los mercados más dinámicos para este tipo de industrias de base tecnológica son el estadounidense y el europeo, lo cual queda evidenciado en el peso de las exportaciones sobre el total de la facturación de cada una de las empresas analizadas. Como consecuencia, parecería inevitable que exista cierto grado de extranjerización del *management* y del capital si estas empresas mantienen su buena performance exportadora y deciden avanzar hacia los mercados externos. En este contexto, resulta fundamental que las empresas puedan mantener y escalar las contribuciones que realizaron sobre la estructura productiva local, pese a que necesariamente transiten un proceso de extranjerización. Los desafíos de la política pública deberían encaminarse en ese sentido.

Así, los casos seleccionados darían cuenta de un proceso emergente, limitado en su escala pero que podría ser creciente en el tiempo: *la aparición de una nueva forma de inversión extranjera*. A diferencia de la inversión extranjera tradicional, la extranjerización de estas empresas no ha supuesto, por lo menos hasta el momento, la pérdida del valor y capital humano acumulado por ellas. La existencia de un sendero previo de desarrollo y acumulación de capacidades, de recursos específicos y de contactos es un activo estratégico de estas empresas que no desaparece al

ser vendidas al exterior. Por el contrario, estos activos se ven potenciados al insertarse en mercados más complejos y dinámicos. Los principales efectos positivos de esta nueva inversión externa estarían dados por la capacidad de escalamiento de estas empresas y su inserción estratégica en cadenas de valor globales. Por otra parte, las capacidades empresariales suelen ser recicladas hacia nuevos roles emprendedores, que contribuyen al desarrollo de proyectos innovadores vía la difusión de modelos de rol o la creación de nuevas instituciones de apoyo.

### **Comentarios finales e implicancias para las políticas de apoyo**

Como se mencionó anteriormente, este trabajo tenía tres objetivos: a) detectar las contribuciones de las empresas estudiadas en términos de innovaciones, de desarrollo de las capacidades empresariales domésticas, de empleo y de mejora en el perfil de inserción externo; b) identificar los aportes no financieros del capital emprendedor y su rol en el desarrollo de estas empresas; y c) analizar las transformaciones producidas por los procesos de extranjerización y sus implicancias sobre el entramado productivo e institucional local.

Se identificaron importantes contribuciones por parte de estas empresas a la diversificación productiva a través de la introducción de nuevos productos e incluso nuevas actividades, tanto a nivel local como incluso internacional. Su carácter innovador impacta también en la generación de nuevos puestos de trabajo altamente calificados, plataforma esencial para el desarrollo de estos sectores. Su fuerte orientación exportadora no solo ha generado un flujo de divisas y una mayor agregación de valor a las exportaciones, sino fundamentalmente ha logrado construir una imagen externa del sector de software y TIC argentino. Así, estas empresas se convierten en canales con los principales ámbitos en los que se genera y circula el conocimiento relevante de la industria y funcionan como antenas estratégicas para el resto de las empresas del sector. Finalmente, estas empresas han contribuido en gran medida a la generación y difusión de capacidades empresariales locales.

Se constató también que el capital emprendedor realizó aportes que exceden lo financiero. Principalmente, aportó contactos, reputación en los mercados de destino, prácticas de gestión y facilitó el acceso a recursos. La importancia que tienen estos aportes en los mercados de destino, sumada al bajo grado de desarrollo de la industria del capital emprendedor en la Argentina, influye para que las empresas opten por recurrir a inversores del exterior. En este sentido, no debe soslayarse el hecho de que las dos

empresas analizadas pertenecen a un grupo minoritario de empresas que han mostrado una performance superlativa en términos de crecimiento. El grueso de las empresas jóvenes de la Argentina no logra crecer tan marcada y sostenidamente y les resulta mucho más difícil acceder al capital emprendedor del exterior.

En tanto, respecto a los procesos de extranjerización, se presenta una suerte de *trade off* entre velocidad y escala del proceso de crecimiento empresarial y de su internacionalización, de un lado, y del grado de control de las decisiones estratégicas a nivel de los empresarios nacionales, del otro. Este es, sin lugar a dudas, un aspecto que merece ser profundizado, por ejemplo, para analizar en qué medida es posible generar mejores condiciones sistémicas que permitan retener mayores niveles de protagonismo en manos de los actores locales *vis-à-vis* sus socios del exterior.

En este sentido, los procesos de extranjerización de estas empresas abren un espacio para reflexionar sobre el impacto final de estos emprendimientos desde la perspectiva del país. En los dos casos, este nuevo flujo de inversiones extranjeras implicó la inserción en cadenas globales de valor a partir de negocios intensivos en I+D asignando al país un lugar protagónico que dista de ser común en esos procesos de inversión. Si bien se trata de un resultado inesperado del proceso emprendedor, desde la perspectiva del desarrollo económico constituye un efecto que debe sumarse a la contribución de los emprendimientos innovadores: la capacidad de atraer inversiones extranjeras de alta densidad. Asimismo, en algún caso, la llegada de estas inversiones implicó la “liberación de energías” de los fundadores, cuyas capacidades volvieron a insertarse en el ecosistema empresarial local a través de la creación de nuevas instituciones o la difusión de modelos de rol.

Respecto a las implicancias en términos de políticas de apoyo, es necesario analizar la posibilidad de establecer políticas orientadas a capitalizar los efectos positivos de estas empresas sobre el crecimiento y la innovación. Encabezan la lista la formación de recursos humanos calificados específicos a la industria, la articulación de estas empresas con el aparato científico y tecnológico local y el establecimiento de plataformas para la promoción del emprendimiento corporativo (por ejemplo, *spin-offs*). Es clave pensar también cómo apalancarse en la red de contactos que tienen estas empresas en el exterior para generar efectos sobre otras empresas locales. Por último, el desarrollo e institucionalización de una industria de capital emprendedor local también aparece como una prioridad.

## Bibliografía

- Aaboen, L.; Lindelöf, P.; Von Koch, C. y Löfsten, H. (2006). "Corporate governance and performance of small high-tech firms in Sweden", *Technovation*, vol. 26(8), 955-968.
- Acs, Z. y Szerb, L. (2006). "Entrepreneurship, economic growth and public policy", *Small Business Economics*, vol. 28(2/3), 109-122.
- Audretsch, D. y Keilbach, M. (2007). "The knowledge spillover theory of entrepreneurship and economic growth", *Journal of Management Studies*, vol. 44(7), 1242-1254.
- Audretsch, D. y Thurik, R. (2001). "Linking entrepreneurship to growth", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2001/2.
- Audretsch, D.; Thurik, R.; Verheul, I. y Wennekers, S. (2002). *Entrepreneurship: determinants and policy in a European-US comparison*, Londres: Kluwer.
- Autio, E. (1997). "New, technology-based firms in innovation networks symplectic and generative impacts", *Research Policy*, vol. 26(3), 263-281.
- Braunerhjelm, P.; Acs, Z.; Audretsch, D. y Carlsson, B. (2010). "The missing link: Knowledge diffusion and entrepreneurship in endogenous growth", *Small Business Economics*, vol. 34(2), 105-125.
- CEP (2010). "Sector software y servicios informáticos". Disponible en: [http://www.cep.gov.ar/descargas\\_new/panorama\\_sector\\_industria/presentaciones\\_sectoriales/microsoft\\_powerpoint\\_\\_ppt\\_software.pdf](http://www.cep.gov.ar/descargas_new/panorama_sector_industria/presentaciones_sectoriales/microsoft_powerpoint__ppt_software.pdf), último acceso 20/8/2010
- Ceria, S. y Pallotti, C. (2010). "Argentina's offshore software industry. Opportunities and challenges", Congreso Mundial de Ingeniería de Software, San Petersburgo, Rusia, junio. Disponible en: <http://www.lupacorp.com/seafood/Ceria-Pallotti-PaperSeafood1.1.pdf>, último acceso 03/09/2010.
- Colombo, M. y Grilli, L. (2005). "Founders' human capital and the growth of new technology-based firms: A competence-based view", *Research Policy*, vol. 34(6), 795-816.
- Comisión Europea (2004). "Benchmarking enterprise policy: Results from the 2004 scoreboard", *Commission Staff Working paper SEC (2004) 1427*. Disponible en: [http://ec.europa.eu/enterprise/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/index_en.htm).

- Eisenhardt, K. y Graebner, M. (2007). "Theory building from cases: opportunities and challenges", *Academy of Management Journal*, vol. 50(1), 25-32.
- Fontes, M. y Coombs, R. (2001). "Contribution of new technology-based firms to the strengthening of technological capabilities in intermediate economies", *Research Policy* vol. 30(1), 79-97.
- Henrekson, M. y Johansson, D. (2010). "Gazelles as job creators: A survey and interpretation of the evidence", *Small Business Economics*, vol. 35(2), 227-244.
- Hinard de Padua, M.; Duarte, J. y Von Tunzelmann, G. (2002). "Biotechnology in an intermediate economy: Demand and supply in Portugal", *International Journal of Biotechnology*, vol. 4(2/3), 129-151.
- López, A. y Ramos, D. (2008). "La industria de software y servicios informáticos argentina. Tendencias, factores de competitividad y clusters", *Documento de Trabajo 31 Fundación CENIT*. Disponible en: <http://www.fund-cenit.org.ar/la-industria-de-software-y-servicios-informaticos-argentina-tendencias-factores-de-competitividad-y-clusters/publicacion/151/es/>.
- McDougall, P.; Shane, S. y Oviatt, B. (1994). "Explaining the formation of international new ventures: The limits of theories from international business research", *Journal of Business Venturing*, vol. 9(6), 469-487.
- Neergaard, H. y Ulhoi, J. (2007). "Introduction: Methodological variety in entrepreneurship research", en Neergaard, H. y Ulhoi, J. (eds.), *Handbook of qualitative research methods in entrepreneurship*, Northampton: Edward Elgar.
- Nyström, K. (2008). "Is entrepreneurship the salvation for enhanced economic growth?", *CESIS Electronic Working Paper Series* n° 143. Disponible en: <http://cesis.abe.kth.se/documents/WP143.pdf>.
- Oviatt, B. y McDougall, P. (1995). "Global start-ups: Entrepreneurs on a worldwide stage", *Academy of Management Executive*, vol. 9(2), 30-43.
- Politis, D. (2007). "Business angels and value added: What do we know and where we go?", *Venture Capital*, vol. 10, n° 2, abril, 127-147.
- Ruhnka, J.; Feldman, H. y Dean, T. (1992). "The 'living dead' phenomenon in venture capital investments", *Journal of Business Venturing*, 7, 137-155.

Van Praag, M. y Versloot, P. (2007). "What is the value of entrepreneurship? A review of recent research", *Small Business Economics*, vol. 29(4), 351-382.

Yin, R. (1989). *Case study research. Design and methods*, Newbury Park: Sage.

# Cadenas globales de valor, *offshoring* de servicios y rol de los recursos humanos: lecciones de la Argentina

ANDRÉS LÓPEZ<sup>\*</sup>  
ANDRÉS NIEMBRO<sup>\*\*</sup>  
DANIELA RAMOS<sup>\*\*\*</sup>

---

## **Introducción: servicios y cadenas globales de valor**

Los servicios son, desde hace tiempo, un sector dominante en la economía global ya que representan la mayor parte del PBI y del empleo, tanto en las economías desarrolladas como en buena parte del mundo en desarrollo. La importancia de este sector no es solo cuantitativa, sino también cualitativa, especialmente si tenemos en cuenta que gran parte de los servicios están actualmente sustentados en factores de competitividad ligados al conocimiento. Así, en la medida en que el capital humano es un factor cada vez más crucial para la competitividad, contar con un sistema educativo de calidad se hace crecientemente prioritario.

Lo notable es que en varios sectores de servicios, el avance de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la globalización de las pautas de consumo, entre otras cosas, han acrecentado fuertemente

---

<sup>\*</sup> Fundación CENIT (Argentina), Red Mercosur de Investigaciones Económicas.

<sup>\*\*</sup> Fundación CENIT (Argentina), Red Mercosur de Investigaciones Económicas.

<sup>\*\*\*</sup> Fundación CENIT (Argentina), Red Mercosur de Investigaciones Económicas.

su grado de transabilidad y con él la posibilidad de que estos servicios sean prestados en forma remota. Nos referimos aquí a la exportación de servicios no tradicionales,<sup>1</sup> que incluyen actividades tan diversas como *outsourcing* de procesos de negocios (*business process outsourcing*, BPO), software y servicios informáticos (SSI), salud, investigación y desarrollo (I+D), publicidad, ingeniería y arquitectura, educación, audiovisuales, etcétera, sectores todos ellos que están en el foco de interés de este artículo y a los cuales denominaremos “nuevos sectores exportadores de servicios”.<sup>2</sup>

Cuadro 1. Nuevos sectores exportadores de servicios

Servicios empresariales/ BPO	Servicios de salud	Industrias creativas	Informática	Otros servicios
Contabilidad y finanzas	Turismo médico	Industrias audiovisuales (cine y TV)	Desarrollo de software	Educación
Desarrollo de procesos y <i>management</i>	Ensayos clínicos	Publicidad	Consultoría y servicios informáticos	I+D
Recursos humanos	Telemedicina	Industrias de contenidos	Gestión, integración y mantenimiento de aplicaciones	Ingeniería y construcción
<i>Call centers, contact centers, customer relations management</i>	Telediagnóstico	Arquitectura	Infraestructura y redes	<i>Knowledge Process Outsourcing</i> (investigación de mercado y financiera, servicios legales, etcétera)

1 Por servicios tradicionales entendemos aquellos ligados al comercio de bienes (financieros, transportes) y al turismo, especialmente.

2 Actualmente, se usan distintas expresiones para referirse a estas actividades (por ejemplo, servicios “intensivos en conocimiento” [KIBS] o “de valor agregado”). Nos parece que estos términos impiden entender que, entre las ramas de nuestro interés, existe una heterogeneidad importante justamente en materia de intensidad de conocimiento o valor agregado, por lo cual preferimos la expresión propuesta en el texto. Otras denominaciones que abarcan algunos de estos servicios son: *information technologies enabled services* e *information technologies based services*.

Otros servicios de <i>back office</i>	Interpretación de análisis y prácticas médicas	Diseño	Videojuegos, animación y simulación	Servicios financieros
Centros de Servicios Compartidos (CSC)				

Fuente: Elaboración propia.

El comercio internacional de servicios ha sido motivo de una amplia literatura y debates desde tiempo atrás. Pero mientras que en la pasada década las discusiones se daban fundamentalmente en torno a la liberalización en materia de acceso a mercados nacionales (y en general vinculados a negociaciones en la Organización Mundial del Comercio), en años más recientes se concentran en el debate sobre las implicancias de la conformación de cadenas globales de valor (CGV) en diferentes áreas de servicios y sobre el rol de los países en estos nuevos procesos.

La transformación tecnológica, productiva y comercial de las actividades de servicios y los procesos de fragmentación de la producción a escala global llevaron a la aparición de CGV específicas, como así también al desarrollo de actividades de servicios en las CGV de bienes. De hecho, fue la propia generación de CGV en algunas industrias la que posibilitó inicialmente la aparición de subcadenas relacionadas en el área de los servicios, en la medida en que estos comenzaron a ser desarrollados en unidades especializadas.

En efecto, una parte muy importante del comercio de servicios se materializa dentro de CGV, tanto de bienes como de servicios, en las que las empresas transnacionales (ET) juegan un papel clave como articuladoras de los diferentes eslabones. En la medida en que la competencia se globaliza e intensifica, se refuerzan las presiones para reducir costos, motivo principal para que se deslocalicen actividades de servicios hacia países con salarios más bajos. Aparecen así en escena los países en desarrollo (PED) como proveedores de trabajo calificado, talento y conocimiento a costos inferiores a los de los países desarrollados (PD). China y la India, por el enorme tamaño de sus poblaciones y de su fuerza de trabajo con educación universitaria, son dos claros exponentes de esta tendencia, pero también otras naciones asiáticas, junto con países de Europa Oriental y América Latina, están entre las localizaciones elegidas para prestar ciertos tipos

de servicios que forman parte de la lógica de fragmentación productiva de las CGV.

Además del tradicional diferencial salarial entre los países en desarrollo y desarrollados, hay una creciente “escasez de talento” en los últimos que lleva a que se busque personal calificado en otras regiones, tanto por aumento de la demanda como por debilidades de la oferta (por ejemplo, el decreciente interés de los estudiantes en muchos PD por estudiar carreras vinculadas a ciencia e ingeniería). Los otros factores que impulsan esta tendencia son la estandarización de los patrones de consumo y producción a escala global, la necesidad de diversificar el riesgo geográfico o de prestar servicios con modalidad 24 horas, etcétera. Por su parte, los PED buscan participar en estas cadenas para obtener beneficios en términos de empleo y divisas, y suelen competir para atraer inversiones en estos sectores.

Las predicciones acerca del futuro del *offshoring* son en forma mayoritaria optimistas. El último reporte de A.T. Kearney (2011) señala que la globalización de los servicios recién se ha iniciado y que existe un enorme potencial por explorar. Esto implica que, en el mediano y largo plazo, un mayor número de funciones y actividades de servicios se localizarán fuera de los países donde residen los consumidores, como ha pasado años atrás con las manufacturas.

El objetivo de este trabajo es, precisamente, echar luz sobre los determinantes de la competitividad argentina en el sector servicios y los factores que contribuyen o podrían contribuir a la inserción en estos segmentos de las CGV, en particular, el rol del capital humano.

Es claro que el paso desde las manufacturas hacia las industrias de servicios, el peso creciente de los activos intangibles en el valor de bienes y servicios, los avances en las tecnologías de producción y la amplia difusión de las TIC han causado profundas transformaciones en los requerimientos de calificaciones educativas y laborales y que los cambios se profundizarán en el futuro. En este escenario, los PED se encuentran frente tanto a una oportunidad como a un reto. Gran parte de estos países ha ido mejorando constantemente sus habilidades educativas durante las últimas décadas. Esto generó una enorme fuente de mano de obra bien educada (especialmente en algunos países muy poblados) en condiciones de proveer servicios a países desarrollados. De acuerdo con el instituto de estadísticas de la Unesco (UIS, 2007), en 2005 se graduaron más estudiantes universitarios en los 19 países WEI<sup>3</sup> que en los 30 miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

---

3 Países en el Programa World Education Indicators (WEI): Argentina, Brasil, Chile, China, Egipto, India, Indonesia, Jamaica, Jordán, Malasia, Paraguay, Perú,

Al igual que ocurre con el comercio de bienes, los países pueden exportar servicios con muy diferentes características y valor agregado. Esto tiene implicancias no solo sobre los atributos en los que se sustenta la competitividad externa de la economía, sino también en el impacto que la actividad exportadora puede tener sobre la economía local y sobre su oferta de calificaciones.<sup>4</sup> En otras palabras, la inserción en las CGV puede darse en eslabones de actividades muy diversas en lo que respecta al nivel de complejidad tecnológica y de capacidades requeridas para llevarlas adelante, y esto tendrá consecuencias sobre las posibilidades de generar derrames de conocimiento o encadenamientos locales.

Teniendo en cuenta el nuevo escenario, este artículo analiza la reciente dinámica de las exportaciones de servicios en la Argentina, las oportunidades que el país tiene bajo la nueva configuración del comercio mundial en estos sectores y las condiciones requeridas para lograr una exitosa y sostenible integración en las respectivas cadenas globales de valor en el futuro cercano.

### **El escenario internacional de la economía de servicios y la relevancia del capital humano**

A lo largo de las últimas tres décadas, el comercio de servicios ha crecido más rápido que el de bienes (7,9% contra 6,4% entre 1980 y 2009, respectivamente) e incluso ha acusado un menor impacto en el marco de la crisis internacional. Los PD son todavía el mayor origen y destino del comercio de servicios a nivel global, aunque su participación ha declinado a lo largo de los años 2000. Entre las regiones en desarrollo y emergentes prevalecen claramente los países asiáticos (encabezados por China y la India) y más atrás asoman Europa del Este y América Latina.

En la última década se observa un aumento de la participación de los servicios empresariales e informáticos en el comercio de servicios, en desmedro de actividades más tradicionales ligadas al comercio de bienes y al

---

Filipinas, Rusia, Sri Lanka, Tailandia, Túnez, Uruguay y Zimbabue. Entre estos países, el caso de China es particularmente relevante: esta economía tiene dos veces más graduados universitarios que Estados Unidos, que solía ser el líder mundial.

4 Por ejemplo, la exportación de servicios empresariales va desde call centers hasta investigación de mercado o financiera. Entre ambos extremos, el peso de los costos laborales como factor de competitividad decrece y sube el del capital humano. Lo mismo ocurre en la industria del software, que abarca desde el *software factory* hasta la ejecución de proyectos de I+D. O en la cadena farmacéutica, desde los ensayos clínicos en humanos hasta la instalación de laboratorios para operar en fases de descubrimiento de nuevas drogas.

turismo, lo que pone de relieve la creciente importancia de estos “nuevos sectores exportadores” en el intercambio global. Dentro de los PED, la India se destaca en la exportación de servicios de computación, mientras que China lo hace en otros servicios empresariales. En América Latina, Brasil tiene un claro liderazgo en este último rubro, en tanto la Argentina tiene un importante papel regional en informática y en servicios culturales y recreativos.

Paralelamente, el peso de los servicios en la inversión extranjera directa (IED) mundial ha venido creciendo fuertemente. Así, pasó de representar alrededor de una cuarta parte del *stock* mundial a inicios de los setenta a poco menos de la mitad en 1990 y finalmente alcanzó el 63% en 2009 (y se espera que esta tendencia continúe a futuro, según UNCTAD, 2011). En este agregado, es particularmente destacable el aumento del peso del sector servicios empresariales, cuya participación en la IED mundial pasó del 7,3% al 15,4% entre 1990 y 2009. A su vez, los sectores de servicios empresariales y de software y servicios informáticos generaron cerca del 19% de los proyectos *greenfield* de IED a escala global en el bienio 2009-2010 (UNCTAD, 2011).

En lo que respecta a los determinantes del comercio y la IED en servicios, vale la pena comentar los hallazgos de algunos trabajos recientes sobre el tema. Por el lado de aquellos factores que determinan las exportaciones de servicios por país, Goswami *et al.* (2012) encuentran que el capital humano (medido por la matriculación en educación terciaria en el país exportador) afecta positivamente las exportaciones de servicios; más aún, el coeficiente estimado para esta variable es mayor en una submuestra de PED, lo que sugiere que el “retorno” a la inversión educativa en materia de exportaciones de servicios es superior en estos países *vis-à-vis* los PD. Shingal (2010) también revela que el nivel de capital humano del país exportador es un determinante clave para promover las exportaciones de servicios.

En el caso de subsectores, Lennon (2009), utilizando un modelo de gravedad, encuentra que los niveles de educación son uno de los principales factores determinantes del comercio bilateral de servicios profesionales. Guerrieri y Meliciani (2009) hallan que la especialización en servicios empresariales (para una muestra de países europeos) depende del capital humano, la tecnología y de economías de aglomeración, entre otros factores. Meyer (2007) encuentra que la exportación de servicios empresariales y de computación se explica por el nivel de educación y el grado de difusión del inglés en la población. Nyahoho (2010) llega a la misma conclusión y agrega que los niveles de I+D también son un factor explicativo relevante de la exportación de servicios.

Por su parte, a partir de información de la India a nivel subnacional, Arora y Bagde (2008) determinan que las diferencias entre Estados en

materia de exportaciones de software y servicios informáticos se vinculan con el nivel de capital humano de cada distrito (el efecto de la diferente disponibilidad de graduados en ingeniería), incluso luego de controlar por otros factores potencialmente relevantes como el tamaño y el nivel de ingresos del Estado, indicadores de producción industrial o inversión en telecomunicaciones.

En cuanto a los determinantes de la inversión en el sector servicios, Liu *et al.* (2011), trabajando con datos sobre decisiones de *offshoring* de firmas estadounidenses, hallan que el nivel educativo de un país tiene una influencia positiva y significativa sobre la atracción de inversiones en servicios. Doh *et al.* (2008) encuentran que los salarios, la educación y el idioma constituyen importantes determinantes de la locación de proyectos *offshore* de servicios (sobre una base de firmas estadounidenses y británicas). De acuerdo con sus resultados, además del rol de los bajos costos laborales, las firmas suelen abocarse a los países que cuentan con una extensa y educada fuerza laboral.

Ramasany y Yeung (2010) trabajan con datos de IED entrante a los países de la OCDE y encuentran evidencia tanto de IED *market-seeking* (para la cual el tamaño de mercado del país receptor es clave) como *efficiency-seeking* (en la cual lo relevante son costos laborales bajos, pero acompañados de credenciales educativas suficientes). Los factores explicativos más relevantes, según los hallazgos de los autores, son los niveles de inversión previa en manufactura y servicios (es decir que la IED tendería a aglomerarse en determinadas localizaciones), seguidos de la disponibilidad de capital humano y el grado de apertura de la economía receptora. Aunque los costos laborales son un determinante significativo de la IED (en manufacturas y servicios), la calificación del trabajo es relativamente más importante que los bajos salarios (pues en ambos casos, la variable de calidad del trabajo *rankea* más alto que la de costo laboral). Particularmente, las capacidades laborales son de gran importancia para la IED en servicios, por lo que invertir en educación y entrenamiento puede ser un factor crucial.

Mientras tanto, Casi y Resmini (2010) encuentran que, más allá de ciertos determinantes tradicionales de la IED (es decir, mercado potencial, crecimiento del PBI y costos laborales), las firmas están más interesadas en recursos humanos de alta calificación que en bajos salarios. Doh *et al.* (2005) muestran que el nivel de educación es un factor significativo en la localización de la inversión *offshore* en I+D (por parte de firmas estadounidenses), en línea con los hallazgos de Lewin *et al.* (2009), cuyos resultados sugieren que en la “carrera global por el talento”, la necesidad

de acceder a personal calificado es un determinante más importante en las decisiones de *offshorizar* las actividades de innovación que el mero arbitraje de costos laborales.

En esta misma línea de argumentación, algunos trabajos resaltan que la relevancia del factor capital humano cambia según el tipo de actividad que se desarrollará. Por ejemplo, Jensen y Pedersen (2012), basándose en un panel de firmas danesas, encuentran que las ventajas de localización relevantes para las decisiones de *offshoring* varían según el mayor o menor grado de complejidad de las actividades deslocalizadas. Así, las tareas más “avanzadas” son tercerizadas a países con mayor disponibilidad de fuerza de trabajo calificada (con pérdida de relevancia del factor costo, aunque la sigue teniendo para las funciones de menor complejidad). Py y Hatem (2009) llegan a una conclusión similar a partir de una muestra más amplia de empresas transnacionales (ET) (provenientes de 91 países y con proyectos de inversión en Europa en el período 2002-2006). Estos hallazgos coinciden con evidencia que surge de encuestas a empresas que toman decisiones de *offshoring*, que muestran que cuanto más compleja es la función a deslocalizar, mayor es el peso del capital humano como *driver* (ver, por ejemplo, Couto *et al.*, 2007). Datos de una encuesta reciente indican, además, que para la mitad de las empresas consultadas, el acceso a personal calificado es una motivación de fuerte importancia, aunque su peso es más relevante cuando se trata de actividades de innovación *vis-à-vis* tareas menos complejas (BPO, *information technology outsourcing* [ITO], call centers, etcétera) (Deloitte, 2009).

En suma, los costos, la disponibilidad y la calidad de la fuerza laboral parecen ser los mayores determinantes de las exportaciones y la atracción de IED en servicios. Además de estos factores, otros elementos impactan en dichas dimensiones. El huso horario es relevante, aunque el sentido de su influencia no está del todo claro puesto que para ciertas operaciones es favorable estar alineado en la misma franja horaria, mientras que para otras, en las que es importante brindar una cobertura las 24 horas, las firmas buscan locaciones con husos horarios complementarios. No obstante, cabe señalar que en los últimos años se ha difundido la noción de *nearshore*, la cual se basa en la idea de que la proximidad geográfica o de husos horarios puede facilitar el desarrollo de ciertos procesos de tercerización. De hecho, dependiendo del tipo de mercados que se deben atender, los factores vinculados a idiomas y husos horarios pueden influir de distintos modos.<sup>5</sup> En tanto, elementos tales como infraestructura, ambiente

---

5 Así, América Latina puede verse favorecida tanto por ser plataforma *nearshore* para empresas estadounidenses, por ejemplo, pero también por ofrecer

institucional, apertura al comercio y políticas de promoción e incentivos también son relevantes. La existencia de lazos culturales es otra cuestión significativa e incluye el rol que pueden jugar expatriados y migrantes.<sup>6</sup> También hay retroalimentación entre comercio e IED en bienes y servicios, así como entre distintas modalidades de comercio en servicios, e incluso efectos vinculados a que la presencia previa de empresas extranjeras atrae más IED (por ejemplo, porque dicha presencia aumenta la “reputación” del mercado receptor).

### **Argentina: dinámicas recientes y la participación en las CGV en servicios**

El sector servicios tiene una gran relevancia en la economía argentina: genera cerca del 70% del PBI, el 75% del empleo y el 15% de las exportaciones. Las exportaciones de servicios permanecieron casi sin variaciones en la segunda mitad de los noventa. Luego, desde 2003 en adelante, comenzaron una rápida trayectoria ascendente y treparon de US\$ 4.500 millones a US\$ 15.500 millones en 2011.<sup>7</sup> Esto muestra que la Argentina no ha estado para nada ajena a las nuevas tendencias en los mercados internacionales de servicios. Más aún, como se ve en el gráfico 1 (en el que el tamaño de los círculos refleja el volumen de las exportaciones respectivas de cada sector), los nuevos sectores no solo mostraron la mayor tasa de crecimiento exportador en esta década, sino que su saldo comercial ha sido invariablemente positivo (con la sola excepción de arquitectura e ingeniería). Esto contrasta con la situación de los segmentos más tradicionales, como transporte y viajes, cuyas balanzas comerciales son deficitarias.

En paralelo al aumento de las exportaciones de servicios, se produjo un cambio notable en su composición. Entre 1996 y 1998, viajes (61%), transportes (24%) y comunicaciones (6%) sumaban más del 90% de las

---

horarios y habilidades lingüísticas complementarios a los existentes en la India para firmas de ese origen que quieren atender el mercado latinoamericano y norteamericano.

6 En este sentido, muchos países pueden aprovechar sus “diásporas” de personal calificado para generar contactos, acceder a información técnica y de mercado, etcétera.

7 En esta década se han mejorado los métodos de registro de las exportaciones de servicios, por lo cual podría ocurrir que una parte del crecimiento observado responda a la captación de información antes no relevada. Sin embargo, de existir, este efecto solo explicaría una parte menor de la dinámica reflejada en las cifras oficiales.

exportaciones de servicios. En 2011 esa cifra cayó a un 50%. A su vez, la participación del rubro servicios empresariales subió del 3 al 33%, la de servicios informáticos del 1 al 11% y la de servicios personales, culturales y recreativos del 0,3 a más del 2% (las exportaciones en este rubro corresponden casi exclusivamente a servicios audiovisuales y conexos). Así, en el último año, las exportaciones de los nuevos sectores exportadores de servicios superaron por un gran margen los ingresos por turismo. Esto es resultado tanto de factores domésticos (la existencia de un tipo de cambio alto que abarató fuertemente los salarios en dólares y posicionó a la Argentina entre las localizaciones atractivas para exportar servicios y la disponibilidad de capital humano) como de las ya mencionadas tendencias a la expansión de los mercados internacionales respectivos.

Gráfico 1. La dinámica del comercio de servicios en la Argentina en los 2000



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDEC.

Naturalmente, estas exportaciones no generan solo divisas, sino también empleos. Por ejemplo, la industria de SSI, una de las más dinámicas

en materia de ventas al exterior, pasó de 21.000 a casi 67.000 empleados entre 2003 y 2011, de acuerdo con datos de la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI) y del Observatorio Permanente de la Industria de Software y Servicios Informáticos (OPSSI).

En tanto, posiblemente por tratarse de sectores intensivos en conocimiento y que emplean personal con alto nivel de calificación, los salarios pagados en ellos superan la media del país. En el caso del sector de SSI, la brecha es del 35% según OPSSI (2010b) o del 40% según el Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE), en tanto López *et al.* (2010b) estiman diferencias similares para los segmentos de BPO y centros de servicios compartidos.

### **Disponibilidad y calidad del capital humano para el offshoring de servicios: el caso de la Argentina**

#### **La expansión global de la educación superior**

El patrón internacional de la economía de servicios descansa, en parte, en los enormes cambios que ha atravesado la educación superior en las últimas décadas. En paralelo, la progresiva aparición de oportunidades laborales en los sectores de servicios y las crecientes necesidades de habilidades y calificaciones para competir en el mercado de trabajo son razones importantes para la expansión de la educación terciaria.

Aunque el sistema educativo ha ido creciendo mundialmente y todos los niveles de educación han experimentado esta expansión, la tasa de crecimiento ha sido mayor en la educación superior (Varghese, 2009). De acuerdo con UIS (2009), el número global de estudiantes de educación terciaria se multiplicó por cinco desde 1970, pero el aumento ha sido especialmente intenso desde el año 2000, con casi 55 millones de nuevos estudiantes terciarios entre ese año y 2007.

Si bien la mencionada expansión de la educación superior se ha experimentado a lo largo de todo el mundo, la intensidad de estas transformaciones ha sido diferente según regiones. En Asia Oriental y el Pacífico, el número de estudiantes creció 12 veces entre 1979 y 2009 (UIS, 2009), especialmente motorizado por China, cuya población estudiantil pasó de 7,4 millones en 2000 a más de 25 millones en 2007. Por el lado de América Latina, la cantidad de estudiantes terciarios aumentó 10 veces desde 1970 (UIS, 2009), mientras que en el período 2000-2007 se pasó de los 11 millones de estudiantes a más de 18 millones. En contrapartida, la expansión ha sido menor en Norteamérica y Europa, donde se combinaron pisos de

participación históricamente más elevados con reducciones en la tasa de natalidad. En este contexto, estas últimas regiones perdieron recientemente a manos de Asia del Este el liderazgo que tuvieron durante décadas en materia de cantidad de estudiantes terciarios y toda la evidencia sugiere que esta tendencia se incrementará con el paso del tiempo.

El número de estudiantes que cada año finalizan sus estudios superiores y el tipo de campos de estudio de los que se gradúan son una medida importante del crecimiento del capital humano de la sociedad. Por ejemplo, se entiende que un aumento en la cantidad de graduados en carreras científicas, tecnológicas y/o ingenierías constituye un elemento central para que un país logre posicionarse en la “economía del conocimiento”.

Lamentablemente, las escasas estadísticas disponibles en la materia imposibilitan la realización de análisis profundos puesto que no se dispone de información de países densamente poblados (como India, Bangladesh, Egipto o Indonesia) como así también son muy pocos los países que reportan datos sobre campos de estudio (UIS, 2009). No obstante, la información existente nos permite sacar algunas pequeñas conclusiones (ver tabla 1). Aunque en la mayoría de los casos las cifras de matriculación y graduación en ciencias sociales, empresariales y derecho son mayores que las de ciencias, ingenierías y construcción, existen diferencias significativas entre países. Por ejemplo, Malasia y la República de Corea tienen altas tasas de matriculación y graduación en los últimos campos. En tanto, en América Latina, el panorama también es heterogéneo. La Argentina aparece tercera en términos de graduados en ciencias e ingenierías en 2007, muy por detrás de países como México y Brasil. Sin embargo, la participación de estas carreras en el total de matriculados y graduados es baja, incluso en comparación con países vecinos como Chile y Colombia.

Tabla 1. Estudiantes universitarios por campos de estudio seleccionados (países disponibles más relevantes ordenados por región y por número absoluto de graduados en ciencias e ingenierías en 2007)

	2003							
	Estudiantes				Graduados			
	Ciencias sociales, empresariales y derecho		Ciencias, ingenierías, producción y construcción		Ciencias sociales, empresariales y derecho		Ciencias, ingenierías, producción y construcción	
<b>Europa Central y del Este</b>								
Rusia								
Ucrania	962.024	41,9%	612.424	26,7%	218.285	42,5%	131.802	25,6%
Turquía	990.779	51,6%	393.606	20,5%	130.450	41,9%	69.642	22,4%
Polonia	829.961	41,8%	397.871	20,1%	194.089	40,6%	55.160	11,5%
Rumania	279.357	43,4%	173.014	26,9%				
<b>Asia del Este y el Pacífico</b>								
Japón	1.179.490	29,6%	802.932	20,2%	259.797	25,0%	229.677	22,1%
Rep. de Corea	658.032	20,4%	1.324.385	41,1%	113.678	18,7%	237.234	39,0%
Malasia								
<b>América Latina</b>								
México	933.017	41,7%	695.513	31,1%	139.855	41,2%	97.463	28,7%
Brasil	1.621.879	40,6%	634.717	15,9%	201.392	35,7%	70.781	12,6%
<b>Argentina</b>	<b>816.484</b>	<b>38,9%</b>	<b>403.125</b>	<b>19,2%</b>				
Colombia								
Chile	199.610	35,2%	178.168	31,4%	26.343	40,9%	16.904	26,3%
<b>Norteamérica y Europa Occidental</b>								
EE. UU.					932.810	39,6%	430.710	18,3%
Reino Unido	575.150	25,1%	484.947	21,2%	165.570	27,5%	155.163	25,8%
Italia	733.003	38,3%	459.067	24,0%	96.395	33,2%	66.826	23,0%

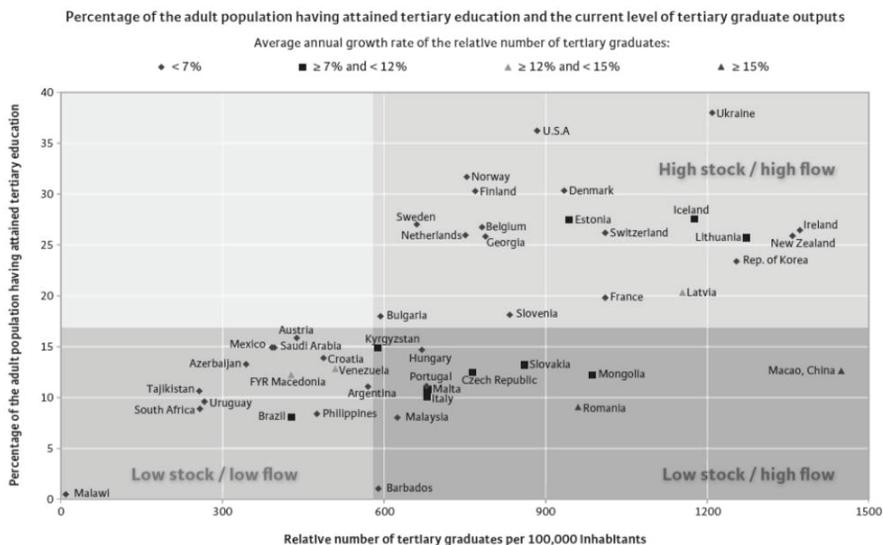
	2007							
	Estudiantes				Graduados			
	Ciencias sociales, empresariales y derecho		Ciencias, ingenierías, producción y construcción		Ciencias sociales, empresariales y derecho		Ciencias, ingenierías, producción y construcción	
<b>Europa Central y del Este</b>								
Rusia					919.373	46,3%	544.123	27,4%
Ucrania	1.197.654	42,5%	733.955	26,0%	244.944	43,8%	133.445	23,9%
Turquía	1.194.591	48,7%	506.256	20,6%	167.463	40,2%	89.776	21,6%
Polonia	865.403	40,3%	473.106	22,0%	229.352	43,0%	89.259	16,8%
Rumania	473.551	51,0%	217.007	23,4%	100.858	49,0%	40.393	19,6%
<b>Asia del Este y el Pacífico</b>								
Japón	1.173.053	29,1%	753.962	18,7%	285.842	26,9%	221.128	20,8%
Rep. de Corea	703.135	21,9%	1.175.312	36,6%	120.539	19,9%	204.543	33,8%
Malasia	242.287	30,1%	330.801	41,1%	55.335	30,5%	82.287	45,4%
<b>América Latina</b>								
México	1.005.515	39,8%	782.849	31,0%	179.207	42,4%	111.104	26,3%
Brasil	2.133.113	40,5%	816.970	15,5%	312.151	38,0%	103.747	12,6%
<b>Argentina</b>	<b>850.979</b>	<b>38,5%</b>	<b>402.503</b>	<b>18,2%</b>	<b>73.602</b>	<b>31,2%</b>	<b>29.758</b>	<b>12,6%</b>
Colombia	601.064	43,8%	415.138	30,2%	52.879	49,9%	27.450	25,9%
Chile	203.520	27,0%	188.363	25,0%	26.442	30,2%	20.839	23,8%
<b>Norteamérica y Europa Occidental</b>								
EE. UU.	4.853.803	27,3%	2.764.659	15,6%	1.027.532	38,0%	423.559	15,7%
Reino Unido	636.340	26,9%	515.190	21,8%	197.420	30,3%	140.575	21,6%
Italia	724.209	35,6%	477.562	23,5%	130.218	32,6%	82.176	20,5%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UIS.

El siguiente gráfico nos brinda otro punto de vista respecto a la graduación terciaria. Ilustra la correlación entre *stocks* actuales (el eje vertical da cuenta del porcentaje de población mayor de 25 años que ha cursado la educación terciaria) y flujos de graduados (el eje horizontal expresa el número de personas que se graduaron en 2007 cada 100.000 habitantes). Asimismo, el gráfico sugiere cómo esta situación puede cambiar a lo largo del tiempo al indicar el ritmo de crecimiento de los graduados terciarios desde 1999 a 2007 para cada país (forma y color de los puntos). Los cuadrantes están divididos según los promedios simples de las variables.

Como puede observarse, la Argentina (al igual que otros países latinoamericanos) se sitúa en el cuadrante inferior izquierdo, donde tanto los *stocks* como los flujos se consideran bajos. A su vez, si no se producen cambios significativos en la tasa de crecimiento anual de graduados terciarios, esta posición seguramente no variará en los próximos años.

Gráfico 2. Stocks y flujos de graduados universitarios



Fuente: UIS (2009).

## Cuestiones acerca de la calidad de la educación para el *offshoring* de servicios

Llegados a este punto, es preciso resaltar que en lo que respecta al *offshoring* de servicios, no todo se trata del número absoluto de graduados o de su inclinación en términos de campos de estudio, sino que también entran en juego cuestiones vinculadas a la calidad de la educación y la disponibilidad de ciertas aptitudes, calificaciones y “credenciales” necesarias para que los graduados sean elegibles por las firmas que participan del negocio.

En los últimos años se ha hecho hincapié en el gran número de egresados de carreras de ingeniería en la India y China como una de las ventajas características de estos países dentro del mercado de servicios globales. En 2005-2006 se graduaron, en promedio anual, 130.000 ingenieros en Estados Unidos contra 220.000 en la India y 550.000 en China. En tanto, en 2006 se recibieron 50.000 maestrandos en ingeniería y ciencias de la computación en Estados Unidos contra 82.000 en China y 60.000 en la India. En el nivel de doctorado, las cifras respectivas son 9.000, 12.000 y 700. Más aún, el 40 y el 60%, respectivamente, de los graduados en maestrías y doctorados en ingeniería en Estados Unidos son extranjeros, y una parte sustantiva de ellos viene de China y la India (50% tomando en cuenta también carreras de grado), aunque hay que señalar que la mayoría se queda en los Estados Unidos al terminar sus estudios (Gereffi *et al.*, 2008).

Los *stocks* y flujos de graduados son extremadamente importantes si se pretende insertar al país en la competencia global por captar las mayores oportunidades de negocios en los mercados de *outsourcing*. En este sentido, está claro que ningún país puede competir con China y la India sobre la base del número de graduados universitarios. Sin embargo, incluso cuando en varios PED las cifras respectivas son bajas (básicamente porque su población suele ser relativamente menor y no solo por bajas tasas de matriculación y graduación), estas economías bien pueden tener la oportunidad de competir en segmentos (muy relevantes) de negocios basados en recursos humanos calificados, siempre que sean capaces de generarlos, obviamente. Como varios estudios han resaltado (ver, por ejemplo, Gereffi *et al.*, 2005; 2008), todavía existen ciertas debilidades en términos de habilidades profesionales en la India<sup>8</sup> y China, por lo que debe

---

8 En el caso de la India, los siete institutos indios de tecnología y los seis institutos indios de gestión gozan de una importante reputación. Sin embargo, los ingenieros egresados de estas instituciones representan una proporción muy baja del total –solo el 1%, según Schaaf (2005)– y el resto de las universidades no cuenta con las mismas bondades. Asimismo, según un estudio de NASSCOM y McKinsey (2005), la India se enfrenta a una posible escasez de trabajadores calificados en los próximos años en

relativizarse el significado de las cifras absolutas de graduados y mover el centro de la discusión hacia cuestiones relacionadas con la calidad y los perfiles de los diferentes sistemas educativos.

Como señala el McKinsey Global Institute (MGI, 2005), aunque la población de China es 16 veces la de Filipinas, el grupo de jóvenes ingenieros chinos adecuadamente calificados es solo tres veces el tamaño del de Filipinas; Polonia tiene casi la misma cantidad de ingenieros capacitados que la mucho más populosa Rusia; y Polonia, Hungría, Rusia y la República Checa en conjunto tienen casi tantos ingenieros calificados como la India. Por otra parte, MGI (2005) analiza el “talento” disponible en 28 países de bajos costos salariales (incluida la Argentina) y otros 8 de altos salarios, y encuentra que, si bien la oferta de recursos humanos en los primeros suele ser mayor y crecer más rápidamente, solo una pequeña porción de los potenciales candidatos (alrededor del 12% en promedio)<sup>9</sup> reúne las condiciones para desempeñarse exitosamente en una compañía extranjera debido a la limitada aptitud (es decir, falta de competencias lingüísticas necesarias, baja calidad de partes significativas del sistema educativo y su capacidad limitada para impartir conocimientos prácticos y falta de ajuste cultural), la dispersión geográfica de la fuerza laboral y la competencia doméstica por el talento (especialmente en China).

En suma, no se trata solo de una cuestión de tamaño de la fuerza laboral educada, sino también de aspectos de calidad, talento y aptitud de los recursos humanos para las empresas de *offshoring* de servicios. Por lo tanto, muchos países de menor tamaño relativo también pueden ser lugares atractivos para la IED y las exportaciones de servicios, en la medida en que dispongan de una buena proporción de recursos humanos calificados y adaptados a los requerimientos de estos mercados.

---

el sector servicios puesto que solo el 25% de los técnicos graduados y entre el 10 y el 15% de los graduados universitarios en general eran adecuados para el empleo en las industrias de TIC y BPO, respectivamente.

<sup>9</sup> Desafortunadamente, no se presentan datos desagregados para la Argentina. En cambio, la potencialidad relativa de los profesionales de Brasil ronda entre el 8 y el 13%, según la disciplina, mientras que en el caso de México varía entre el 10 y el 25%. Ver MGI (2005).

## Posición relativa de la Argentina en términos de capital humano para el *offshoring* de servicios

En este contexto internacional de competencia en el “mercado de trabajo global”, cabe preguntarse cómo se encuentra posicionada relativamente la Argentina, cuáles son sus puntos fuertes, cuáles sus flancos débiles y, por ende, cuáles las medidas necesarias para potenciar los primeros y atacar los segundos.

Una fuente posible de análisis la constituyen los diferentes índices que ha venido elaborando la consultora A. T. Kearney a partir del año 2004. Según la última edición (2011), la India y China ocupan los primeros lugares (tanto con ventajas de costos como de capital humano), en tanto aparecen otros países asiáticos y varios latinoamericanos cerca del tope (Chile, Brasil y México). En las siguientes tablas podemos observar la evolución de la ubicación argentina en el ranking, ya sea en el agregado, en las tres categorías principales, o especialmente en las distintas subcategorías del componente “disponibilidad y habilidad de los recursos humanos” (una especie de evaluación del capital humano).<sup>10</sup>

Tabla 2. La Argentina en el ranking de ubicación global de *offshoring*

	2004	2005	2007	2009	2011
Cantidad de países en la muestra	25	40	50	50	50
Ranking general	15	23	23	27	30
Atractivo financiero	7	10	18	23	26
Ambiente de negocios	20	35	41	44	46
Disponibilidad y habilidades de RRHH	19	27	17	17	15

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de A. T. Kearney *Offshore Location Attractiveness Index* 2004 y A. T. Kearney *Global Services Location Index* 2005, 2007, 2009 y 2011.

10 Como la muestra de países no necesariamente es la misma en todas las ediciones, en lugar de analizar la posición de la Argentina en términos absolutos (dato que bien puede modificarse a raíz de la introducción de nuevos países y no necesariamente por cambios en las condiciones argentinas o de los demás países usualmente analizados), lo que hacemos es evaluar cómo se encuentra el país en cada subcategoría con relación a la posición que ostenta en la categoría superior (o general) respectiva. Es decir, si el país *rankea* peor (gris oscuro), mejor (gris medio) o relativamente igual (gris claro) en la subcategoría que en la categoría que la engloba.

Como puede apreciarse, la posición argentina en el ranking general ha ido decayendo con el paso de los años, particularmente considerando las ediciones comparables de 2007 (puesto 23), 2009 (27) y 2011 (30), cuando el número total de la muestra alcanza definitivamente los 50 países. En relación con esta posición general, el componente principal en el que el país se encuentra peor *rankeado* es el de “ambiente de negocios” (incluye seguridad de propiedad intelectual, infraestructura y riesgo país), en el que también la Argentina ha ido perdiendo posiciones relativas en los últimos años. Respecto a la categoría “atractivo financiero”, el país presenta una buena performance (dado que la megadevaluación de 2002 redujo significativamente los salarios locales medidos en dólares), pero también se observa aquí una caída en años recientes ya que la inflación doméstica ha ido erosionando el nivel del tipo de cambio real (ver A.T. Kearney, 2009; 2011).

En la que mejor se posiciona la Argentina es en la categoría de “disponibilidad y habilidad de los RRHH” y su ubicación incluso ha mejorado entre 2009 y 2011. No obstante, emergen significativas diferencias al mirar los distintos factores que conforman este componente (tabla 3). La Argentina tiene la más alta posición y la más estable en el tiempo en “capacidades en idiomas”. Otros conceptos en los que el país *rankea* relativamente bien es en “experiencia en *outsourcing*” (para la cual se evalúan aspectos como tamaño de los sectores ITO y BPO existentes, número de firmas con certificaciones de calidad e índices de desempeño de las escuelas de gestión y *management* y programas de capacitación en tecnologías de la información [TI]) y en “tamaño y disponibilidad de fuerza laboral”.

Tabla 3. Posición argentina en el componente de capital humano

	2004	2005	2007	2009	2011
Cantidad de países en la muestra	25	40	50	50	50
Disponibilidad y habilidades de RRHH	19	27	17	17	15
Experiencia relevante en <i>outsourcing</i>	19	23	14	13	13
Tamaño y disponibilidad de fuerza de trabajo	15	16	18	18	18
Habilidades en educación	19	34	33	41	41
Habilidades en idiomas	10	14	14	13	11

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de A.T. Kearney *Offshore Location Attractiveness Index* 2004 y A.T. Kearney *Global Services Location Index* 2005, 2007, 2009 y 2011.

En contraste, el ranking de la Argentina es muy malo en “calificaciones educativas”; el país se ha ubicado entre los últimos 10 de la muestra en 2009 y 2011 (*vis-à-vis* el puesto 33 en 2007). Véase incluso que la posición en esta subcategoría es también peor que la ubicación argentina en el índice general para todas las ediciones.

Estos datos, en particular la baja performance en educación, pueden contribuir a explicar por qué la Argentina no ha sido capaz hasta ahora de hacer grandes incursiones en los sectores más intensivos en conocimiento de los mercados de servicios globales. Mientras tanto, la *expertise* y la disponibilidad de fuerza laboral, junto con costos razonablemente bajos y una infraestructura moderna para los estándares latinoamericanos (y de costos no muy altos), marcarían la aptitud del país para desarrollar actividades más rutinarias. A estas ventajas se sumarían el huso horario similar al de los Estados Unidos y no muy lejano al de Europa y afinidades culturales con los principales países importadores (López *et al.*, 2010a).

La bajísima posición argentina en términos de calidad educativa es consistente con el pobre desempeño del país en los exámenes internacionales tomados en el marco del Program for International Student Assessment (PISA) de la OCDE. En la siguiente tabla podemos apreciar los resultados cosechados por la Argentina en las ediciones de esta prueba internacional en las que participó el país. Si bien no pueden compararse las posiciones alcanzadas en los distintos años de evaluación, puesto que varía el número total de países que participaron en cada una, lo cierto es que la Argentina se encuentra, por lo general, entre las últimas posiciones. A su vez, se verifica una marcada caída en los resultados alcanzados en materia de lectura entre 2000 y 2006 –entre todos los países que participaron en estas ediciones, la Argentina fue el que más descendió en los resultados de comprensión lectora (Rivas, 2010)– y un escaso progreso observado en matemática y ciencias entre 2006 y 2009.

Tabla 4. Resultados educativos de la Argentina en las pruebas PISA

	2000	2006	2009
Cantidad de países en la prueba	38	57	65
Lectura-Ranking	33	53	58
Lectura-Puntaje	418	374	398
Matemática-Ranking		52	55
Matemática-Puntaje		381	388
Ciencias-Ranking		51	56
Ciencias-Puntaje		391	401

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OCDE (2010).

Ahora bien, aunque no podemos analizar la evolución del valor absoluto de la ubicación argentina en el ranking, sí podemos evaluar la posición relativa, por ejemplo, con respecto a otros países latinoamericanos. Como se observa en el siguiente cuadro, la Argentina ha ido perdiendo posiciones *vis-à-vis* sus vecinos. Mientras que en el año 2000 se encontraba por arriba de Chile y Brasil en la evaluación de lectura, en 2009 estos países obtuvieron mejores resultados que la Argentina. En 2006, la Argentina estaba mejor que Brasil y Colombia en la prueba de ciencias, pero en 2009 esta situación se revirtió. En la última edición, el país se encuentra claramente por debajo de Chile, México y Uruguay en todos los tópicos y solo supera a Perú en las tres evaluaciones, mientras que únicamente ha obtenido un mejor resultado que Brasil y Colombia en la prueba de matemática.

Cuadro 2. Posición relativa de la Argentina respecto a países latinoamericanos en PISA

Países latinoamericanos	2000			2006			2009			
	Lectura	Lectura	Matemática	Ciencias	Lectura	Matemática	Ciencias	Lectura	Matemática	Ciencias
En mejor posición	México (32)	Chile (38) Uruguay (42) México (43) Brasil (49) Colombia (51)	Uruguay (42) Chile (47) México (48)	Chile (40) Uruguay (43) México (49)	Chile (44) Uruguay (47) México (48) Colombia (52) Brasil (53)	Uruguay (48) Chile (49) México (51)	Chile (44) Uruguay (48) México (50) Brasil (53) Colombia (54)			
En peor posición	Chile (34) Brasil (35) Perú (38)		Colombia (53) Brasil (54)	Brasil (52) Colombia (53)	Perú (63)	Brasil (57) Colombia (58) Perú (63)	Perú (64)			

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OCDE (2010).

Siguiendo el análisis de Rivas (2010), es posible encontrar la misma situación crítica en torno a los resultados de calidad educativa en la Argentina en otra evaluación internacional, aunque aplicada exclusivamente en el nivel primario de países de América Latina por el Laboratorio Latinoamericano de Calidad Educativa de la Unesco. En este caso, los resultados no son estrictamente comparables a raíz de ciertos cambios metodológicos entre el primer año de la medición (1996) y el segundo (2006). No obstante, en la comparación relativa con otros países de la región se observa que mientras la Argentina estaba segunda en 1996 (solo por debajo de Cuba), en 2006 fue superada también por Costa Rica, Chile, México y Uruguay.

Por otra parte, aun cuando los rankings de A.T. Kearney sugieren que el tamaño de la fuerza laboral no es un problema en la Argentina, cabe aquí hacer una distinción entre sectores. Por ejemplo, según datos de 2009 de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), se reciben más de 20.000 alumnos por año en el campo de las ciencias económicas contra apenas 5.000 ingenieros (ver tabla 5).<sup>11</sup> En consecuencia, las empresas no tienen grandes problemas para hallar profesionales en ciertas áreas del BPO, como contabilidad, jurídicos, etcétera, pero sí pueden enfrentar serias restricciones a la hora de contratar personal para actividades de tecnologías de la información, mucho más serias cuanto más grande es el conocimiento requerido.

Si analizamos desde una perspectiva histórica lo que ocurre en el nivel universitario, sobresale que, en las últimas décadas, la matrícula estudiantil argentina se ha concentrado principalmente en las profesiones liberales y las ciencias sociales. Las carreras de arquitectura, ciencias de la salud, psicología, derecho, economía y administración sumaban en 1987 el 53,5% de los alumnos, cifra que llegó a 57,2% en 1997.

Entre 1987 y 1997 aumentó la proporción de estudiantes de ciencias sociales y humanas (del 33,4 al 41,8% y del 12,8 al 13,2%, respectivamente), en tanto cayó la proporción correspondiente a ciencias básicas y aplicadas (del 4,6 al 3,4% y del 33,4 al 27,3%, en cada caso). Cabe destacar, además, que la cantidad de alumnos de ingeniería cayó en términos absolutos entre ambos años, con lo cual dicha disciplina pasó de absorber un 14,3% de los alumnos en 1987 a un 8,1% en 1997 (López, 2001).

En los años 2000, estas tendencias siguieron su curso (tabla 5). Hacia el año 2009, las ciencias sociales y humanas representaban en conjunto el 59% de la matrícula, mientras que las ciencias básicas solo daban cuenta del 2,9% de los estudiantes y las ciencias aplicadas explicaban el 24,4%. En el año 2005, los alumnos de ingeniería solo representaban el 5,1% del total, aunque hacia 2009 ha habido una cierta recuperación en materia de estudiantes (5,7%) como así también en nuevos inscriptos y graduados.

---

11 Hoy la Argentina está detrás de Brasil y Chile en ingenieros per cápita (Perazo, 2010).

Tabla 5. Población estudiantil universitaria (grado) en la Argentina por campos de estudio y carreras más relevantes

	2001						2005	
	Estudiantes		Ingresantes		Graduados		Estudiantes	
Total	1.413.578	100%	345.781	100%	63.124	100%	1.539.742	100%
<b>Ciencias aplicadas</b>	<b>340.810</b>	<b>24,1%</b>	<b>83.789</b>	<b>24,2%</b>	<b>13.904</b>	<b>22%</b>	<b>356.025</b>	<b>23,1%</b>
Arquitectura y diseño	80.596	5,7%	17.090	4,9%	3.287	5,2%	90.760	5,9%
Ingeniería	78.028	5,5%	17.753	5,1%	3.283	5,2%	78.087	5,1%
Informática	88.742	6,3%	26.354	7,6%	2.761	4,4%	79.951	5,2%
Industrias	31.889	2,3%	9.883	2,9%	1.452	2,3%	37.436	2,4%
<b>Ciencias básicas</b>	<b>38.340</b>	<b>2,7%</b>	<b>11.597</b>	<b>3,4%</b>	<b>1.553</b>	<b>2,5%</b>	<b>45.040</b>	<b>2,9%</b>
Biología	21.180	1,5%	6.208	1,8%	744	1,2%	24.048	1,6%
Matemática	7.160	0,5%	2.795	0,8%	225	0,4%	9.269	0,6%
<b>Ciencias de la salud</b>	<b>180.919</b>	<b>12,8%</b>	<b>40.754</b>	<b>11,8%</b>	<b>10.207</b>	<b>16,2%</b>	<b>202.453</b>	<b>13,1%</b>
Enfermería y auxiliares	63.400	4,5%	18.814	5,4%	3.592	5,7%	81.467	5,3%
Medicina	74.294	5,3%	12.329	3,6%	4.274	6,8%	75.331	4,9%
<b>Ciencias humanas</b>	<b>215.892</b>	<b>15,3%</b>	<b>62.311</b>	<b>18,0%</b>	<b>9.100</b>	<b>14,4%</b>	<b>256.241</b>	<b>16,6%</b>
Psicología	63.579	4,5%	14.924	4,3%	2.400	3,8%	79.206	5,1%
Educación	57.348	4,1%	19.123	5,5%	3.827	6,1%	65.231	4,2%
<b>Ciencias sociales</b>	<b>637.617</b>	<b>45,1%</b>	<b>147.330</b>	<b>42,6%</b>	<b>28.360</b>	<b>44,9%</b>	<b>679.983</b>	<b>44,2%</b>
Economía, contabilidad y administración	295.556	20,9%	62.967	18,2%	13.265	21,0%	318.080	20,7%
Derecho	202.005	14,3%	45.415	13,1%	8.822	14,0%	202.968	13,2%

	2005				2009					
	Ingresantes		Graduados		Estudiantes		Ingresantes		Graduados	
Total	370.129	100%	82.294	100%	1.650.150	100%	387.603	100%	98.129	100%
<b>Ciencias aplicadas</b>	<b>86.950</b>	<b>23,5%</b>	<b>16.811</b>	<b>20,4</b>	<b>402.048</b>	<b>24,4%</b>	<b>91.325</b>	<b>23,6%</b>	<b>19.173</b>	<b>19,5%</b>
Arquitectura y diseño	20.893	5,6%	4.016	4,9%	104.250	6,3%	21.391	5,5%	4.323	4,4%
Ingeniería	18.145	4,9%	3.581	4,4%	93.287	5,7%	20.601	5,3%	5.083	5,2%
Informática	19.630	5,3%	3.600	4,4%	81.031	4,9%	20.515	5,3%	3.608	3,7%
Industrias	10.957	3,0%	2.124	2,6%	50.597	3,1%	13.953	3,6%	2.889	2,9%
<b>Ciencias básicas</b>	<b>12.423</b>	<b>3,4%</b>	<b>1.902</b>	<b>2,3%</b>	<b>48.066</b>	<b>2,9%</b>	<b>13.416</b>	<b>3,5%</b>	<b>2.472</b>	<b>2,5%</b>
Biología	5.797	1,6%	1.009	1,2%	26.270	1,6%	7.036	1,8%	1.194	1,2%
Matemática	2.951	0,8%	219	0,3%	9.813	0,6%	2.875	0,7%	416	0,4%
<b>Ciencias de la salud</b>	<b>46.035</b>	<b>12,4%</b>	<b>14.710</b>	<b>17,9%</b>	<b>218.418</b>	<b>13,2%</b>	<b>49.834</b>	<b>12,9%</b>	<b>16.275</b>	<b>16,6%</b>
Enfermería y auxiliares	22.992	6,2%	6.154	7,5%	103.442	6,3%	30.352	7,8%	7.824	8,0%
Medicina	13.621	3,7%	5.903	7,2%	69.617	4,2%	11.957	3,1%	5.793	5,9%
<b>Ciencias humanas</b>	<b>67.709</b>	<b>18,3%</b>	<b>12.671</b>	<b>15,4%</b>	<b>270.476</b>	<b>16,4%</b>	<b>66.414</b>	<b>17,1%</b>	<b>14.773</b>	<b>15,1%</b>
Psicología	19.859	5,4%	3.828	4,7%	85.786	5,2%	17.681	4,6%	4.734	4,8%
Educación	17.881	4,8%	5.313	6,5%	71.122	4,3%	20.013	5,2%	5.687	5,8%
<b>Ciencias sociales</b>	<b>157.012</b>	<b>42,4%</b>	<b>36.200</b>	<b>44,0%</b>	<b>702.502</b>	<b>42,6%</b>	<b>160.626</b>	<b>41,4%</b>	<b>45.436</b>	<b>46,3%</b>
Economía, contabilidad y administración	68.511	18,5%	16.413	19,9%	323.288	19,6%	74.277	19,2%	20.624	21,0%
Derecho	45.798	12,4%	11.954	14,5%	202.991	12,3%	43.798	11,3%	13.531	13,8%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SPU, *Anuarios de Estadísticas Universitarias* (varios años).

Por el lado de las carreras de posgrado (tabla 6), más allá de no disponer de información detallada por disciplina, podemos apreciar, como era de esperar, que las ramas con mayor cantidad de estudiantes son las ciencias sociales, de la salud y humanas, mientras que durante los 2000 el porcentaje de alumnos de ciencias aplicadas solo estuvo en torno a un 12 a 14%, dependiendo del año.

Tabla 6. Población estudiantil universitaria (posgrado) en la Argentina por campos de estudio

	2000		2007				2009			
	Estudiantes		Estudiantes		Graduados		Estudiantes		Graduados	
Total	39.725	100%	68.247	100%	6.164	100%	80.516	100%	7.316	100%
Ciencias aplicadas	5.322	13,4%	9.571	14,0%	748	12,1%	9.920	12,3%	973	13,3%
Ciencias básicas	2.750	6,9%	3.680	5,4%	318	5,2%	4.716	5,9%	473	6,5%
Ciencias de la salud	8.553	21,5%	13.307	19,5%	1.122	18,2%	16.180	20,1%	1.726	23,6%
Ciencias humanas	6.625	16,7%	12.492	18,3%	1.004	16,3%	14.773	18,3%	1.259	17,2%
Ciencias sociales	16.475	41,5%	29.197	42,8%	2.972	48,2%	34.927	43,4%	2.885	39,4%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SPU, *Anuarios de Estadísticas Universitarias* (varios años).

En el sector de software y servicios informáticos, los recursos humanos son un tema sumamente relevante. Si bien la disponibilidad de personal calificado es uno de los rasgos mencionados con más frecuencia cuando se consulta a las empresas extranjeras del sector de SSI acerca de los motivos de la decisión de invertir en la Argentina, lo cierto es que el mercado argentino de recursos humanos con calificaciones en el área de SSI se encuentra fuertemente tensionado y esto es percibido por la mayoría de las empresas como el principal cuello de botella que deberá sortear el sector para poder continuar expandiéndose (López y Ramos, 2009). Precisamente, una reciente encuesta de OPSSI (2010a) a empresas de la industria demostró que los costos salariales y la escasez de personal calificado aparecen como los problemas más acuciantes (por sobre otras cuestiones como rentabili-

dad, escenario político-económico, financiamiento, costos de servicios e impuestos, tipo de cambio, etcétera). Asimismo, este informe indica que, en los últimos años, los nuevos alumnos matriculados en carreras de grado y pregrado vinculadas a informática se han mantenido estables en torno a un promedio de 22.500 ingresantes (contra un número creciente que ingresan en ciencias económicas, con unos 74.000 en 2009, por ejemplo). Como solo alrededor del 15% de los ingresantes completa finalmente sus estudios, hay cerca de 3.000 nuevos profesionales en TI por año.

Esto debe compararse con la demanda de personal en el sector de software y servicios informáticos. La ocupación en estos segmentos aumentó a un ritmo de 6.000 personas por año en los últimos años. Esta comparación empeora dado que aproximadamente un 50% de los egresados no trabaja en empresas de SSI, sino que lo hacen en firmas de otros sectores, en el Estado o en otras instituciones (además de los que trabajan *free lance* o en sus propios emprendimientos unipersonales). La escasez de recursos humanos obliga a las empresas a contratar muchas veces a estudiantes,<sup>12</sup> lo cual en ocasiones los lleva a abandonar sus estudios; esto genera un círculo vicioso de déficit de profesionales con alta formación y exceso de demanda de profesionales en el mercado. Desde ya que la relevancia de esto no solo es económica (en términos del ritmo de aumento de salarios por el “recalentamiento” del mercado de profesionales informáticos), sino principalmente de formación y capacidades, puesto que, en gran medida, el perfil de la industria está intrínsecamente determinado por el perfil de los trabajadores del sector. Las carencias son aún más notorias en el caso del personal con títulos de posgrado.

Asimismo, el deterioro de la educación técnica, agravado en los años noventa a partir de una situación previa ya no demasiado brillante, tuvo efectos perjudiciales en la oferta de recursos laborales para el sector. Recién hace un tiempo desde el Estado, en conjunto con el sector privado, se comenzaron a dar ciertos pasos para revertir esta tendencia. Desde entonces, la educación técnica ha ido recuperando terreno, pero los resultados se cosecharán recién en el mediano y largo plazo (López y Ramos, 2009).

Como es lógico, la llegada de muchas ET a este sector ha acrecentado las tensiones en el mercado laboral, en particular porque varias de estas firmas son enormes demandantes de mano de obra. Esto genera, además del mencionado aumento de salarios, una alta rotación laboral que perjudica a las firmas más pequeñas, que muchas veces están en desventaja para

---

12 Según OPSSI (2010a), el 31% de la plantilla de personal de las firmas encuestadas está integrado por estudiantes universitarios, mientras que el 7% son técnicos no universitarios.

retener al personal calificado.<sup>13</sup> Si bien la presencia de ET puede generar derrames positivos vía movilidad de capital humano o *spin-offs*, la evidencia hasta ahora disponible sugeriría que predomina el efecto contrario en el primer caso (el personal va de las firmas locales a las extranjeras) y son aislados los ejemplos de *spin-offs*.

La historia educativa de la Argentina aparentemente ha sido, hasta ahora, una fuente de ventaja competitiva en estos sectores. Este es el resultado de un largo proceso en el que el amplio acceso a la educación, altas tasas de escolaridad primaria y secundaria y bajos niveles de analfabetismo fueron, durante décadas, un rasgo distintivo y uno de los principales motores de la movilidad social en la Argentina (López y Ramos, 2009). Sin embargo, como vimos antes, esta ventaja parece haberse ido erosionando en los últimos años afectando las posibilidades de expansión de las exportaciones de nuevos servicios.

Esta situación ha generado algunas respuestas de parte de distintos actores, aunque sus resultados no son del todo visibles aún, posiblemente debido a que se requiere cierto tiempo para concretar sus impactos potenciales. En primer lugar, de acuerdo con el análisis de CIIIE (2009), la mayor parte de las nuevas carreras de grado creadas por las instituciones de gestión pública en el período 2006-2008 se concentró en las ciencias aplicadas (40% del total). Asimismo, entre las nuevas ofertas generadas en esta rama, un 29% respondió a informática, otro 20% a ingeniería y un 18% a arquitectura y diseño.

Segundo, en los últimos años se diseñaron algunas políticas a nivel nacional para revertir la falta de profesionales tecnológicos en el sector de SSI. A fines de 2005 se puso en operación el programa “InverTI en vos”, lanzado por la CESSI y el Ministerio de Educación, que busca difundir las nuevas posibilidades de formación y trabajo en carreras tecnológicas en la Argentina entre los estudiantes que están en los años finales del colegio secundario y que se apoya especialmente en un programa de becas que otorga el mencionado Ministerio (programa de Becas TICs). A su vez, en 2006 se lanzó una campaña público-privada denominada Generación TI con el objetivo de incentivar a los jóvenes a que sigan carreras vinculadas con la informática. Finalmente, el plan Becas Control+F (actualmente, programa Empleartec) es una iniciativa de capacitación en tecnologías informáticas organizada por el Ministerio de Trabajo de la Nación en con-

---

13 Desde el punto de vista de la formación, este pasaje desde la pyme local a la ET muchas veces implica una reversión de la trayectoria laboral puesto que el trabajador a veces pasa a desempeñar (en la ET) tareas de menor nivel de complejidad (aunque presumiblemente a cambio de una mejor remuneración).

junto con la CESSI y grandes empresas del sector. Desde su lanzamiento en 2008 hasta el presente, el programa ha formado a más de 21.000 egresados y se constituye por lejos en el esfuerzo más relevante para solucionar el tema de la escasez de personal en el sector de los adoptados en los últimos años en el país.

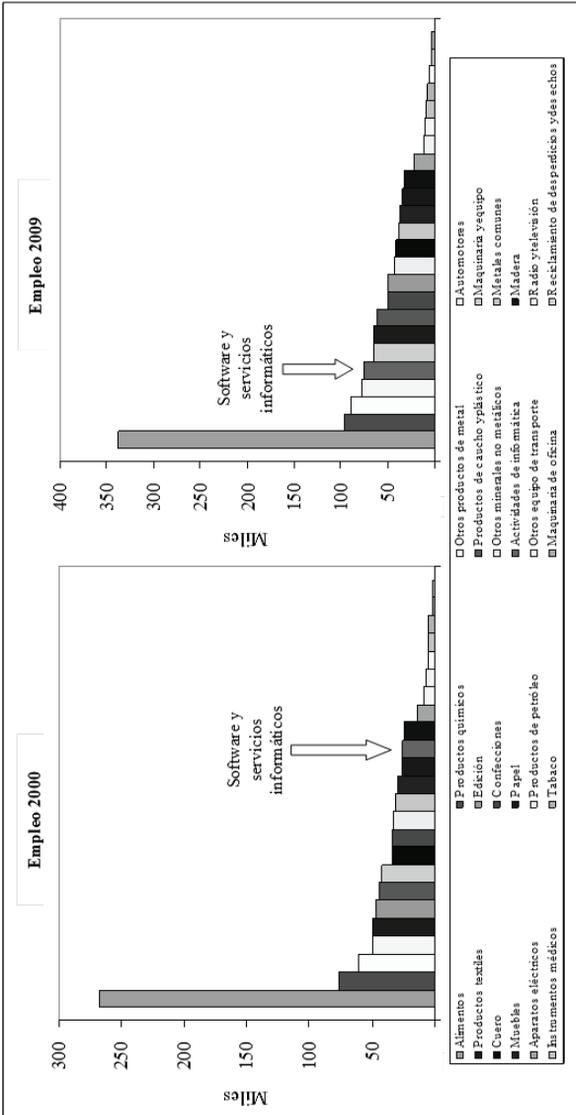
Tercero, algunas provincias han tomado también acciones en esta materia. Por ejemplo, la Universidad Provincial de La Punta en San Luis dicta distintas tecnicaturas de tres años de duración pensadas para cubrir puestos en las industrias de SSI y servicios audiovisuales. Por su parte, en Córdoba se llevó adelante entre 2006 y 2008 el Programa Estratégico de Formación de Recursos Humanos, basado en la realización de cursos de capacitación en el marco del Programa de Formación por Competencias (PROFOCO). Asimismo, con aportes públicos y privados, se sostiene el funcionamiento del Centro de Residencias Informáticas y Electrónicas, y el gobierno distribuye becas para estudios en la materia (programas Becas 500 x 500 y Becas 500 x 300). Por último, la ley de promoción de las empresas TIC en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (sancionada a fines de 2008) prevé un capítulo destinado a un plan educativo para promover las industrias tecnológicas.

## Conclusiones

La Argentina se encuentra en un momento de franca expansión de sus exportaciones de servicios no tradicionales, que incluyen aquellos que son intensivos en conocimiento, diseño o creatividad. Las cifras son realmente significativas: 1000% de aumento acumulado entre 2000 y 2011 en SSI, 1500% en servicios empresariales, y más de 2000% en publicidad, I+D, ingeniería y audiovisuales.

El papel de estas actividades también es crecientemente relevante en materia de empleo. Esto puede apreciarse, por ejemplo, en el caso del sector software y servicios informáticos, el cual ha ido ganando importancia en el mercado laboral durante los 2000 (gráfico 3).

Gráfico 3. Evolución del empleo registrado en ramas seleccionadas (2000-2009)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OEDE.

Todo esto ocurre en un contexto de creciente deslocalización de la producción global, lo que impulsa tanto la expansión de las CGV como la consolidación del *offshoring* de servicios alrededor del mundo. Varios países en desarrollo, incluida la Argentina, han sacado provecho de algunas oportunidades existentes en estos mercados.

Hemos también resaltado que uno de los principales *drivers* del *offshoring* de servicios hacia los PED ha sido la búsqueda de personal calificado a menores costos salariales que en las naciones desarrolladas. La evidencia sugiere que la disponibilidad y la calidad de los recursos humanos han mostrado una importancia creciente (en vistas a la relativa escasez de talento en los PD), especialmente cuando se consideran las actividades de servicios más intensivas en conocimiento.

En este sentido, invertir en educación y entrenamiento puede ser un factor clave para desarrollar una fuerza laboral que satisfaga las necesidades de la demanda global. Como señala Varghese (2009), varios países han comenzado a reorientar sus sistemas educativos, particularmente la educación superior, para cubrir no solo los requerimientos domésticos, sino también los del mercado global de trabajo (por ejemplo, con un cambio en el énfasis de los programas universitarios desde los campos de estudio más tradicionales hacia las ingenierías y las áreas vinculadas con las TIC o con una mayor presencia de la formación en idioma inglés). En efecto, varios países latinoamericanos han adoptado mecanismos para promover la formación y entrenamiento en TIC e inglés, mientras que algunos otros también han comenzado a adaptar los planes de estudio universitarios de forma de alentar la graduación de personal calificado en áreas de servicios como ITO y BPO. Por ejemplo, Costa Rica ha creado nuevas carreras en colegios técnicos secundarios, como las áreas de contabilidad bilingüe, tecnologías de la información bilingüe y ejecutivo de centros de servicios. A su vez, el programa Costa Rica Multilingüe tiene el objetivo de mejorar y extender la cobertura del inglés y otros idiomas a lo largo de la población (CEPAL, 2009).

La Argentina ha incursionado en el mercado global de servicios sobre la base de la disponibilidad previa de recursos humanos calificados y una posición distintiva dentro de América Latina en materia de capital humano, junto con otros factores como: la mejora de competitividad internacional a raíz de la devaluación de 2002, la existencia de capacidades previamente acumuladas en algunos sectores (salud, software y servicios informáticos, farmacéuticos, ingeniería, audiovisual), la relativamente mayor afinidad cultural con los clientes de países desarrollados *vis-à-vis* otros países como la India o China, el acceso a los mercados de Latinoamérica, que han crecido fuertemente en los últimos años, y, aunque con un menor impacto, la existencia de algunas políticas públicas específicas.

Actualmente, los “nuevos sectores exportadores de servicios” están ganando importancia en la Argentina no solo como generadores de divisas y de empleos de alta calificación y mayores salarios que la media de la economía, sino también como actividades que pueden abrir nuevos nichos de mercado (diversificando la estructura productiva hacia segmentos más intensivos en conocimiento), atraer inversiones extranjeras, crear nuevas capacidades e incluso, en algunos casos, desarrollar funciones innovativas.

No obstante, el rápido incremento en materia de empleo experimentado por estos sectores en la última década y las peculiares características de la población universitaria en la Argentina están generando una creciente escasez de personal calificado en ciertas áreas, notablemente en aquellas con un mayor contenido de conocimiento, como informática e ingeniería. Este problema de desajuste entre la demanda y la oferta de algunas habilidades y calificaciones podría incluso empeorar si consideramos, además, los requerimientos de calidad, sostenibilidad y “escalabilidad” necesarios para participar en determinados segmentos del *offshoring* de servicios, al tiempo que las ventajas que la Argentina solía tener sobre algunos vecinos en términos de tamaño y formación de la fuerza laboral parecen estar erosionándose.

Precisamente, estas limitaciones por el lado de los recursos humanos están intrínsecamente relacionadas con el patrón de especialización de la Argentina en las exportaciones de servicios. Por un lado, el débil desempeño en educación parece ser la contraparte de las dificultades para “escalar” (*upgrade*) hacia segmentos más intensivos en conocimiento de las CGV en servicios (un hecho que ha sido confirmado por varias empresas de servicios entrevistadas por los autores), que también aparece como un factor explicativo de los relativamente pocos derrames y encadenamientos generados por las ET en la economía local. Por otra parte, la distribución relativa de los estudiantes y graduados universitarios entre campos de estudio ayuda a entender por qué la integración dentro de las CGV en servicios se basa principalmente en actividades rutinarias o de bajo-medio valor agregado (mientras que para ciertas áreas de BPO existe un gran número de profesionales disponibles), en lugar de funciones con una mayor intensidad de conocimiento (cuando, como vimos, el mercado de trabajo en el área de software y servicios informáticos y algunos campos de ingeniería está casi agotado).

En años recientes, y siguiendo tendencias internacionales, se han adoptado algunas políticas para promover estos sectores en la Argentina, tanto a nivel nacional como provincial. Estas medidas se focalizan generalmente en el sector de SSI y, en menor medida, en el audiovisual, pero hay planes

para ampliar la promoción hacia otros servicios exportables. Sin embargo, estas medidas deberían tener una perspectiva más integral y apuntar no solo a otorgar subsidios o incentivos fiscales, sino a fortalecer factores de competitividad sistémica y a avanzar en las CGV hacia actividades de mayor valor agregado. Esto es importante no solo porque en esas actividades se obtienen mayores ingresos por puesto de trabajo y hay más posibilidades de generar derrames, sino también porque en la medida en que los costos laborales ya no son tan competitivos como cuatro o cinco años atrás, se deben buscar y potenciar otros elementos de diferenciación y competitividad.

Dado que en varios sectores (como el de software y servicios informáticos) la relativa escasez de personal calificado parece ser uno de los principales impedimentos para la expansión de las actividades, existe la necesidad de mejorar la cantidad y calidad de los recursos humanos en las diferentes franjas de la pirámide educacional. Si bien algunas políticas públicas, a menudo conducidas junto con el sector privado, han intentado hacer frente a este problema y pueden tener cierto impacto en el corto y mediano plazo, se precisan más esfuerzos en esta área. En cualquier caso, hay que reconocer que las deficiencias en la oferta de recursos humanos podrían convertirse en un obstáculo para el crecimiento de los nuevos sectores exportadores de servicios como así también para el “escalamiento” de posiciones en las respectivas CGV.

## Bibliografía

- A.T. Kearney (2004). “Making offshore decisions. A.T. Kearney’s 2004 offshore location attractiveness index”, A.T. Kearney.
- A.T. Kearney (2005). “Building the optimal global footprint: The 2005 A.T. Kearney global services location index”, A.T. Kearney.
- A.T. Kearney (2007). “Offshoring for long-term advantage: The 2007 A.T. Kearney global services location index”, A.T. Kearney.
- A.T. Kearney (2009). “The shifting geography of offshoring: The 2009 A.T. Kearney global services location index”, A.T. Kearney.
- A.T. Kearney (2011). “Offshoring opportunities amid economic turbulence: The 2011 A.T. Kearney global services location index”, A.T. Kearney.
- Arora, A. y Bagde, S. (2008). “Private investment in human capital and industrial development: The case of the Indian software industry”, Working Paper n° 055, RICAPE2-Regional Comparative Advantage and Knowledge Based Entrepreneurship, European Commission.

- Casi, L. y Resmini, L. (2010). "Evidence on the determinants of foreign direct investment: The case of EU regions", *Eastern Journal of European Studies*, 1, 93-118.
- CEPAL (2009). *La inversión extranjera en América Latina y el Caribe-2008*, Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CIIE (2009). "Elección disciplinaria del sistema universitario argentino (segunda parte). Un análisis sobre las nuevas ofertas de carreras de grado (2006-2007-2008)", Coordinación de Investigaciones e Información Estadística (CIIE), Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación, Argentina.
- Couto, V.; Lewin, A.; Mani, M.; Manning, S.; Sehgal, V. y Russel, J. (2007). "Offshoring 2.0: Contracting knowledge and innovation to expand global capabilities", Service Provider Survey Report. Offshoring Research Network, Duke University: The Fuqua School of Business - Booz.
- Deloitte (2009). "2009 global shared services survey results", Deloitte Consulting LLP.
- Doh, J.P.; Bunyaratavej, K. y Hahn, E.D. (2008). "Separable but not equal: The location determinants of discrete services offshoring activities", *Journal of International Business Studies*, 40 (6), 926-43.
- Doh, J.P.; Jones, G.K.; Teegen, H. y Mudambi, R. (2005). "Foreign research and development and host country environment: An empirical examination of U.S. international R&D", *Management International Review*, 25 (2), 121-54.
- Gereffi, G.; Wadhwa, V.; Rissing, B.; Kalakuntla, K.; Cheong, S.; Weng, Q. y Lingamneni, N. (2005). "Framing the engineering outsourcing debate: Placing the United States on a level playing field with China and India", Duke University, Masters of Engineering Management Program.
- Gereffi, G.; Wadhwa, V.; Rissing, B. y Ong, R. (2008). "Getting the numbers right: International engineering education in the United States, China, and India", *Journal of Engineering Education*, 97 (1), 13-25.
- Goswami, A.G.; Gupta, P.; Mattoo, A. y Saez, S. (2012). "Service exports: Are the drivers different for developing countries?", en Goswami, A.G.; Mattoo, A. y Saez, S. (eds.), *Exporting services: a developing country perspective*, World Bank.
- Guerrieri, P. y Meliciani, V. (2009). "Internationalization, technology and business services specialization in Europe", Italy's External Competitiveness, Roma, 24 y 25 de noviembre.

- Jensen, P. y Pedersen, T. (2012). "Offshoring and international competitiveness: Antecedents of offshoring advanced tasks", *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40, 313-28.
- Lennon, C. (2009). "Trade in services: Cross-border trade vs. commercial presence. Evidence of complementarity", Working Paper n° 59, Viena: The Vienna Institute for International Economic Studies (WIIW).
- Lewin, A.Y.; Massini, S. y Peeters, C. (2009). "Why are companies offshoring innovation?: The emerging global race for talent", *Journal of International Business Studies*, 40 (6), 901-925.
- Liu, R.; Feils, D. y Scholnick, B. (2011). "Why are different services outsourced to different countries?", Alberta School of Business, University of Alberta, Canadá.
- López, A. (2001). "Sistema nacional de innovación y desarrollo económico: una interpretación del caso argentino". Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires.
- López, A.; Niembro, A. y Ramos, D. (2010a). "Servicios de investigación y desarrollo", en López, A. y Ramos, D. (eds.), *La exportación de servicios en América Latina: los casos de Argentina, Brasil y México*, Montevideo: Red Mercosur de Investigaciones Económicas.
- López, A. y Ramos, D. (2009). "Oportunidades y desafíos para la industria del software en Argentina", en Bastos Tigre, P. y Silveira Marques, F. (eds.), *Desafíos y oportunidades para la industria del software en América Latina*, CEPAL - Naciones Unidas.
- López, A.; Ramos, D. y Torre, I. (2010b). "Remote work and global sourcing in Argentina", en Messenger, J.C. y Ghosheh, N. (eds.), *Offshoring and working conditions in remote work*, Palgrave Macmillan.
- Meyer, T. (2007). "India's specialisation in IT exports: Offshoring can't defy gravity", Deutsche Bank Research Notes 27, Frankfurt: Deutsche Bank.
- MGI (2005). "The emerging global labor market", McKinsey Global Institute.
- NASSCOM y McKinsey (2005). "NASSCOM-McKinsey report 2005: Extending India's leadership of the global IT and BPO industries". Disponible en [http://www.mckinsey.com/locations/india/mckinseyonindia/pdf/nasscom\\_mckinsey\\_report\\_2005.pdf](http://www.mckinsey.com/locations/india/mckinseyonindia/pdf/nasscom_mckinsey_report_2005.pdf).
- Nyahoho, E. (2010). "Determinants of comparative advantage in the international trade of services: An empirical study of the Heckscher-Ohlin approach", *Global Economy Journal*, 10 (1).

- OCDE (2010). *PISA 2009 results: Learning trends: Changes in student performance since 2000 (Volume V)*, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- OPSSI (2010a). “Evolución y perspectivas de las empresas de software y servicios informáticos de la República Argentina”, Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos (OPSSI), Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI).
- OPSSI (2010b). “Niveles salariales en las empresas de software y servicios informáticos de la República Argentina”, Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos (OPSSI), Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI).
- Perazo, C. (2010). “La Argentina, con déficit de ingenieros”, *La Nación*, 13 de agosto.
- Py, L. y Hatem, F. (2009). “Where do multinationals locate service and manufacturing activities in Europe and why?”, Comparative Analysis of Enterprise (Micro) Data (CAED) Conference, Tokio, 2 al 4 de octubre.
- Ramasamy, B. y Yeung, M. (2010). “The determinants of foreign direct investment in services”, *The World Economy*, 33 (4), 573-596.
- Rivas, A. (2010). *Radiografía de la educación argentina*, Buenos Aires: Fundación CIPPEC- Fundación Arcor-Fundación Roberto Noble.
- Schaaf, J. (2005). “Outsourcing to India: Crouching tiger set to pounce”, Deutsche Bank Research, Current Issues: India Special, 25 de octubre.
- Shingal, A. (2010). “How much do agreements matter for services trade?”, World Trade Organization Public Forum, Ginebra, 17 de septiembre.
- UIS (2007). *Education counts. Benchmarking progress in 19 WEI countries. World education indicators-2007*, Montreal: Unesco Institute for Statistics.
- UIS (2009). *Global education digest 2009. Comparing education statistics across the world*, Montreal, Canadá: Unesco Institute for Statistics.
- UNCTAD (2011). *World investment report 2011. Non-equity modes of international production and development*, Nueva York-Ginebra: Naciones Unidas.
- Varghese, N. V. (2009). “Globalization, economic crisis and national strategies for higher education development”, Research Papers IIEP, International Institute for Educational Planning, Unesco.

# Cambio tecnológico y organización de la investigación y desarrollo: un estudio de caso de las principales empresas biofarmacéuticas en la Argentina\*

GRACIELA E. GUTMAN\*\*

PABLO JOSÉ LAVARELLO\*\*\*

---

## Introducción

Las empresas biofarmacéuticas argentinas asumieron diferentes estrategias y formas heterogéneas de organización frente a la emergencia de la biología molecular y a los cambios institucionales ocurridos desde mediados de los ochenta en los países centrales.

Una amplia literatura ha analizado la emergencia la moderna biotecnología (MB) en el área de salud humana (Coriat y Orsi, 2002; Coriat *et al.*,

---

\* Este trabajo se basa en los resultados del Proyecto CEUR-CONICET “Biotecnología y desarrollo industrial en Argentina”, que recibió apoyo del FONCyT. Una versión previa se publicó en *Desarrollo Económico*, vol 51, n° 201, 2011. Los autores agradecen la participación de Natalia Petelski y de María de los Ángeles Cappa en los estudios de caso realizados y los valiosos comentarios de Alberto Díaz a versiones preliminares del documento.

\*\* Investigadora principal del CONICET, vicedirectora del CEUR-CONICET, Buenos Aires, Argentina.

\*\*\* Investigador del CONICET en el CEUR-CONICET, Buenos Aires, Argentina.

2003, entre otros). Estos trabajos señalan que la biotecnología fue acompañada por cambios institucionales que posibilitaron el pasaje de un modelo de ciencia abierta a uno de ciencia propietaria, que dio la posibilidad de patentar conocimientos científicos y transformarlos en activos intangibles objeto de valorización financiera. Al permitir resolver los problemas de financiamiento y de gestión de riesgo de la investigación y desarrollo (I+D), estos cambios institucionales posibilitan la entrada de miles de empresas especializadas en biotecnología. Sin embargo, esta configuración institucional ha presentado problemas a la hora de coordinar las distintas competencias y aprendizajes necesarios para el desarrollo de una nueva molécula limitando las posibilidades de lograr aumentos sensibles en la productividad de la I+D (Hopkins *et al.*, 2007; Pisano, 2006).

Esta situación se ve agravada por el hecho de que aún no se ha consolidado un paradigma biotecnológico en el sector salud, esto es, un patrón común de solución de problemas tecnoeconómicos comunes, basado en principios científicos seleccionados (Dosi, 1988). En el sector salud asistimos, desde mediados de los setenta, a sucesivas oleadas de biotecnologías, que aumentan la complejidad de la base de conocimientos, implican la coexistencia de distintos patrones de solución de problemas y plantean desafíos mayores para la organización de la I+D (Pisano, 2006). Tampoco el proceso de concentración y centralización reciente se traduce en una mayor coherencia de la base de conocimientos (Lavarello y Jelinski, 2010). La mayor presión competitiva resultante del vencimiento de las patentes de la primera oleada de biotecnologías refuerza los desafíos organizacionales.

Coexisten en el sector distintos tipos de estrategias tecnológicas –con distintas configuraciones de las cadenas de valor de la I+D– que van desde el desarrollo de nuevos *blockbusters* hasta innovaciones de proceso orientadas a disminuir costos en las fases clínicas del desarrollo de biosimilares. La falta de consolidación de la industria abre oportunidades para la entrada de empresas de países emergentes, particularmente en los mercados de biosimilares y en nichos para tratamientos específicos. Varias empresas de países emergentes –India, China, Corea, Costa Rica– han entrado en el mercado de biosimilares en los últimos años.

En este contexto, un reducido número de empresas y grupos farmacéuticos en la Argentina –aprovechando las oportunidades abiertas por sus capacidades en biología molecular e investigación médica, la existencia de una infraestructura local de ciencia y tecnología en estas disciplinas y la disponibilidad de mano de obra altamente calificada– han llevado adelante estrategias de diversificación hacia el sector de biosimilares, terapias génicas y otros productos y servicios que utilizan técnicas biotecnológicas.

Estas estrategias se desarrollan en el contexto de una configuración institucional muy diferente de la de los países centrales, especialmente Estados Unidos. La ausencia de mecanismos de mercado que posibiliten distribuir riesgos y acceder al financiamiento plantea importantes desafíos para las empresas que busquen diversificarse hacia estas actividades.

Basándonos en una metodología de estudio de casos múltiples a partir de una selección de “tipos ideales” de empresas, el artículo se propone analizar los modos de organización de las firmas biotecnológicas en la Argentina y sus determinantes a la luz de las oportunidades científicas, económicas e institucionales. Para ello, se elaboró una tipología de estrategias de empresas biotecnológicas basada en su forma de organización y su grado de especialización.

El presente documento se organiza de la siguiente forma: la segunda sección presenta la discusión existente en la literatura sobre las dificultades para la consolidación de un nuevo paradigma tecnológico en el sector salud. En la sección siguiente se analiza la conformación de la industria biofarmacéutica en la Argentina destacando sus diferencias y semejanzas con las de los países centrales; la cuarta sección presenta, a partir de estudios de caso de tres de las principales empresas del sector, las diferencias en las estrategias y las formas de organización de empresas de base biotecnológica en el país. Finalmente, y a modo de conclusión, la última sección retoma en forma comparativa los estudios de caso, destaca las diversas respuestas empresariales frente a las oportunidades que abren los cambios científicos y regulatorios y plantea interrogantes sobre la posibilidad de replicar estas experiencias para el conjunto de la industria farmacéutica del país.

### **Desafíos de la biotecnología y sus efectos sobre la coordinación de la cadena de valor**

Existe consenso en la literatura sobre que la moderna biotecnología revolucionó las formas de organización de la I+D en la industria farmacéutica mundial. Sin embargo, numerosos trabajos señalan que no existe aún un paradigma (bio)tecnológico consolidado (Pisano, 2006; Hopkins *et al.*, 2007; Cockburn y Stern, 2010). Se asiste, en realidad, a una sucesión de revoluciones biotecnológicas que no han logrado articularse en un conjunto delimitado de problemas y soluciones comunes. El desarrollo de la MB en el sector de salud humana se ha caracterizado por el surgimiento de sucesivas oleadas de biotecnologías (proteínas recombinantes, anticuerpos monoclonales, genómica, proteómica, células madre, ingeniería de tejidos, terapias génicas), que han dado lugar en cada etapa a la entrada

de nuevas empresas especializadas en biotecnología y a nuevos modelos de organización industrial con impactos en los modelos de gestión de las grandes empresas farmacéuticas.

A más de treinta años de sus inicios, el nuevo paradigma biotecnológico no ha producido la revolución pronosticada inicialmente ni la consolidación de un paradigma. Las nuevas tecnologías no han desplazado a las antiguas; en ciertos casos se complementan, en otros casos coexisten. En términos de la configuración de la industria, las grandes empresas que controlan el mercado farmacéutico no han sido reemplazadas, sino que se articulan de diversas formas con las nuevas empresas biotecnológicas.

Según Pisano (2006), existen tres grandes desafíos en el negocio biotecnológico que fueron solo parcialmente resueltos: la gestión del riesgo y el financiamiento, la integración de las distintas oleadas biotecnológicas en una base de conocimientos coherente y la capacidad de acumular los procesos de aprendizaje en las organizaciones. En el marco de la configuración institucional predominante en Estados Unidos, el problema de la gestión del riesgo y el financiamiento fue “resuelto” a partir de una conjunción de cambios (desarrollo de los capitales de riesgo, reformas en las regulaciones del mercado de capitales, ampliación de la frontera de lo patentable y ampliación del dominio de lo privado en la academia). En contraste, los diversos modelos organizacionales no logran integrar una multiplicidad de conocimientos altamente complejos y heterogéneos en una base de conocimientos coherente ni generar rutinas flexibles que permitan acumular en las organizaciones los aprendizajes en la experimentación de las sucesivas plataformas.

En función de ello, ciertos autores (Hopkins *et al.*, 2007), reconociendo los impactos sustanciales de las biotecnologías en el descubrimiento de drogas, en la ampliación de los blancos disponibles y en las nuevas prácticas clínicas, señalan que aún quedan por cumplirse las promesas en materia de aumentos de la productividad de la I+D biotecnológica “aguas abajo”. Otros autores plantean sus dudas sobre los efectos de la creciente privatización de los avances biotecnológicos (Coriat *et al.*, 2003) dado que la proliferación de derechos de propiedad intelectual sobre aspectos parciales y fragmentarios del conocimiento científico puede traducirse en un paradójico caso de “tragedia de los comunes” (ver Heller y Eisenberg, 1998) y comprometer los desarrollos científicos y tecnológicos orientados a dar respuestas a prioridades económicas y sociales nacionales.

En forma paralela a estas dificultades, desde fines de los años noventa se ha iniciado una nueva etapa de crecimiento imitativo con el vencimiento

de algunas patentes de productos surgidos con los primeros desarrollos de las biotecnologías, lo que plantea nuevos desafíos competitivos y da lugar a la conformación de un nuevo segmento del mercado de los productos biofarmacéuticos, el de los biosimilares, llamados también *follow on biologics* (FOB). Se trata de segundas versiones de medicamentos biotecnológicos (o de ingredientes activos para la industria farmacéutica) que se producen (a partir de procesos de imitación o copia) y comercializan, una vez aprobados por la institución regulatoria respectiva, luego de la expiración de la patente que protege al producto innovador, o bien, antes de su expiración, en mercados con sistemas de derechos de propiedad intelectual y regulaciones flexibles. Se trata de mercados aún reducidos, pero de gran dinamismo, que atraen la atención de nuevas empresas y de grandes empresas establecidas, estimuladas por el interés del sector público de países industrializados y en desarrollo por abaratar los costos de sus programas de salud.<sup>1</sup>

A diferencia de lo que ocurre en los mercados de productos genéricos de síntesis química, existen altas barreras para acceder a los mercados de biosimilares (De Desai, 2009; Pisano, 2006):

- a) Asociadas a las etapas de I+D y de producción. Los biosimilares requieren inversiones elevadas en plantas con buenas prácticas, activos estratégicos en recursos humanos y en investigación, y competencias específicas en manufactura (escala).
- b) Asociadas a los contextos regulatorios, que insumen largos y costosos procesos ya que los biosimilares no pueden considerarse idénticos a los productos innovativos y se deben demostrar sus propiedades *vis-à-vis* los productos originales. Los contextos regulatorios son distintos en los diversos países, esto posibilita la coexistencia a nivel mundial de mercados regulados y no regulados. Estas barreras, en el caso de la Unión Europea, son diferentes según la complejidad de las moléculas.<sup>2</sup>

---

1 El tamaño actual del mercado global de biosimilares se estima en aproximadamente un 10% de las ventas de los medicamentos biofarmacéuticos (unos 7 a 8 miles de millones de dólares), los que a su vez representan en promedio entre el 10 y el 15 % del mercado de productos farmacéuticos (Zika *et al.*, 2007).

2 Los organismos regulatorios de Estados Unidos y de la Unión Europea –la FDA, Food and Drug Administration, y la EMEA, European Medicines Agency, respectivamente– recomiendan la realización de tests preclínicos y clínicos completos cuando no pueda demostrarse la equivalencia. La Unión Europea se encuentra en la avanzada en la regulación y aprobación de biosimilares, en una estrategia institucional claramente orientada al abaratamiento del sistema de salud humana, con distintas exigencias de estudios clínicos según la complejidad de la molécula.

- c) Asociadas a la recomposición de barreras por las empresas innovadoras: las que desarrollan estrategias tendientes a preservar su posición en el mercado, como la producción de biofármacos de segunda generación, con propiedades adicionales (mayor eficacia, duración más prolongada de las dosis) que les permiten extender el plazo de expiración de sus patentes (los llamados *me too*).
- d) Asociadas a los gastos de comercialización necesarios para garantizar la penetración de los biosimilares en el mercado y su aceptación y adopción por los médicos y sistemas hospitalarios

Estos desafíos dieron lugar a una reconfiguración de las cadenas de valor de la industria farmacéutica mundial en un proceso de especialización vertical que se encuentra condicionado por el carácter tácito y codificado del conocimiento generado en cada etapa y por los límites a la modularización de los procesos biológicos. La tendencia a la división vertical del trabajo se ve reforzada frente al crecimiento del mercado de biosimilares. Dada la importancia creciente de disminuir costos y aprovechar economías de especialización, las grandes empresas multinacionales externalizan las actividades de preclínicos y análisis clínicos en países que cuentan con sistemas de aprobación de medicamentos y capacidades de producción que aseguren calidad y seguridad.

En este contexto, existen distintos tipos de respuestas de las empresas de los países periféricos, que plantean interrogantes acerca de la sustentabilidad de las “estrategias autónomas” de entrada en las aplicaciones biotecnológicas de salud o si, por el contrario, los grados de libertad quedan acotados a la inserción en cadenas globales de valor coordinadas por las grandes empresas multinacionales (Pérez, 2001). Las experiencias de algunas empresas en la Argentina –en la mayoría de los casos aún incipientes–, que buscan aprovechar los espacios de oportunidad abiertos por las nuevas biotecnologías a partir de políticas industriales orientadas al desarrollo de una estrategia autónoma, aportan interesantes evidencias acerca de estas alternativas.

### **Moderna biotecnología en salud humana en la Argentina**

La difusión de la moderna biotecnología en el sector de salud humana en la Argentina tuvo lugar tempranamente, a comienzos de la década del ochenta, con pocos años de diferencia con las primeras inversiones en moderna biotecnología a nivel mundial, lo que convirtió a la Argentina junto con Cuba en los primeros y únicos productores de proteínas recombinantes de América Latina durante varios años.

## Configuración institucional de la industria farmabiotecnológica en la Argentina

Algunos rasgos específicos del desarrollo de la MB en salud humana en el país marcan sus diferencias con las formas de configuración institucional de esta industria en los países centrales:

- La producción local se basó en procesos de copia o imitación de moléculas o proteínas desarrolladas y patentadas en el exterior y se hicieron innovaciones en los procesos productivos, algunas de las cuales dieron lugar al otorgamiento de patentes.
- La configuración institucional se caracteriza por la ausencia de capitales de riesgo y de grandes programas públicos de financiamiento; los mercados de capitales internacionales, si bien se encuentran interconectados, se caracterizan por su centralización en los países desarrollados, particularmente los Estados Unidos. La Argentina, al igual que el resto de los países periféricos, ocupa un lugar marginal en la capitalización de los mercados de capitales y no cuenta con posibilidades de desarrollar un segmento tecnológico. Esto explica el escaso desarrollo de actores complementarios a este tipo de mercados –como los capitales de riesgo–. Por su parte, independientemente del aumento del presupuesto en ciencia y tecnología (CyT) en términos de PBI, el financiamiento público a la I+D siempre será bajo en relación con el de los países desarrollados. Estas diferencias estructurales, junto con diferentes estrategias de derechos de propiedad intelectual, dan lugar a una conformación del mercado de conocimiento diferente al de Estados Unidos.

Hasta el presente, los alcances de la MB en el sector se han centrado en la producción de biosimilares de proteínas recombinantes de la primera generación, que incluye medicamentos, ingredientes activos (API según su sigla en inglés) y reactivos de diagnóstico. Algunas empresas han avanzado en la formulación de vacunas recombinantes y existen proyectos en marcha de transferencia de tecnología en este tipo de productos.<sup>3</sup> La producción de biofármacos fue encarada por nuevas empresas especializadas nacionales estrechamente articuladas con (o asociadas a) laboratorios farmacéuticos locales y por algunos laboratorios nacionales que se diversificaron hacia la producción de biomedicinas.

---

3 Tal es el caso de la recientemente inaugurada (diciembre de 2012) empresa Sinergium Biotech, consorcio conformado por las empresas Biogénesis Bagó, Elea y Novartis Argentina para la producción de vacunas y productos biotecnológicos.

Oportunidades de mercado a nivel internacional impulsaron la diversificación de los laboratorios farmacéuticos locales hacia los biosimilares. Las capacidades acumuladas por algunos laboratorios en la producción de biológicos extractivos y la expiración de las patentes de algunos productos biotecnológicos constituyeron los impulsos iniciales para el desarrollo de estas producciones en el país. Estas estrategias no hubieran sido posibles, sin embargo, sin la existencia a nivel local de una relevante infraestructura pública de CyT, una importante escuela en biomedicina y recursos humanos altamente calificados en las disciplinas científicas asociadas al desarrollo de la moderna biotecnología. Junto con la infraestructura de CyT, la creación de instrumentos horizontales de apoyo a las actividades de I+D desde la segunda mitad de los años noventa fue un elemento clave en la difusión del nuevo paradigma en el sector (Díaz *et al.*, 2006; Gutman *et al.*, 2006).

Al igual que ocurre en los mercados farmacéuticos de los países industrializados, esta industria conforma en la Argentina un mercado relativamente concentrado en el que las barreras a la entrada se encuentran asociadas al control de las redes distribución y a las especificidades de las regulaciones nacionales. En estos mercados, las regulaciones referidas a la propiedad intelectual, los estudios clínicos, el lanzamiento al mercado y el acceso a mercados administrados son los principales determinantes de las condiciones de competencia y del tipo de capitales predominantes. La tardía reglamentación de las patentes vinculadas a nuevas moléculas (ley de 1996 reglamentada recién en el año 2000) impulsó la relocalización en Brasil de filiales de empresas multinacionales (EMN) a fines de la década de los ochenta, lo que permitió el predominio en el mercado de empresas y grupos de capital nacional.<sup>4</sup> Adicionalmente, los tiempos requeridos para el patentamiento en el país y el estado incipiente de las regulaciones locales en materia de biosimilares vuelven trabajosa la aprobación de nuevas drogas y, en consecuencia, alargan los tiempos de llegada al mercado de los biosimilares. El mercado local se caracteriza, por una parte, por una fuerte competencia de las EMN importadoras de los biomedicamentos de marca y, por otra, por la fragmentación de la demanda, en la que coexisten tres niveles: la medicina prepaga privada, los sistemas de salud pública y las obras sociales.

En este contexto regulatorio, se fue configurando una estructura industrial relativamente concentrada que importa los principios activos y realiza localmente el desarrollo galénico, la formulación y la comercialización. Si

4 En el año 2007, de las diez mayores empresas del sector, responsables del 42% de las ventas totales estimadas en US\$ 3.086 millones, seis eran de capitales nacionales: Roemers, Bagó, Elea, Gador, Phoenix (adquirida en el 2010 por la EMN Glaxo) y Montpellier. Las filiales de EMN con presencia en el país eran Bayer, Ivax Argentina, Pfizer y Sanofi Aventis (CEP, 2008).

bien existen importantes barreras a la entrada, las empresas –incluyendo los grandes grupos locales– no pueden afrontar presupuestos de I+D o de inversión de magnitudes similares a los de las empresas líderes globales, que son inconsistentes con el horizonte temporal y el tamaño del mercado local. Frente a estos limitantes estructurales, como veremos en las secciones siguientes, el mercado de biosimilares posibilita innovaciones y procesos de diversificación puntuales –a veces complementarios– que pueden generar nichos innovativos. Potencialmente, los progresos realizados en la producción y comercialización de biosimilares posibilitarían avanzar en la sustitución de importaciones de medicamentos y principios activos.

### Tamaño del mercado de biosimilares

La producción local de biosimilares abastece marginalmente la demanda interna; la mayor parte de la oferta es importada, especialmente en los casos de los anticuerpos monoclonales y la insulina recombinante. Las importaciones están conformadas mayoritariamente por ingredientes activos, solo un 20% corresponde a biomedicamentos.

Una estimación preliminar del tamaño del mercado interno (excluyendo la producción e importación de vacunas), permite arribar para el año 2008 a cerca de US\$ 390 millones tomando en cuenta la producción interna de proteínas recombinantes y las importaciones de proteínas, insulinas y anticuerpos monoclonales.<sup>5</sup> La producción integrada de productos formulados y de ingredientes activos para el mercado interno representa solo un 8% de la demanda. Dos empresas nacionales son responsables de cerca del 80% de la producción local dirigida al mercado interno; sin embargo, estas orientan la mayor parte de su producción al mercado externo: entre un 75% y un 85% de la producción se dirige hacia países de América Latina y Asia con regulaciones flexibles.

---

5 La estimación del tamaño del mercado de biofarmacéuticos no es sencilla debido a que un elevado porcentaje de las ventas se realiza a través de licitaciones oficiales o de los sistemas privados de salud, lo que dificulta la obtención de información sobre precios. Por otra parte, las estadísticas públicas no discriminan entre producción y comercialización de productos biotecnológicos y de productos convencionales. Las estimaciones realizadas se han basado en consultas a expertos y en estadísticas nacionales. La metodología de cálculo fue la siguiente: se partió de las estadísticas de comercio exterior al mayor nivel de desagregación posible seleccionando las partidas compuestas total o mayoritariamente por productos biológicos o biotecnológicos; se estimó la producción local asumiendo un coeficiente de exportaciones promedio del 80%. La producción y las importaciones se estimaron a precios de mercado de la droga formulada y las exportaciones a precios FOB del producto final.

De esta forma, la industria de biofármacos argentina se caracteriza por una escasa capacidad de producción para el mercado interno y reproduce el patrón de importador de “principios activos” propio de la industria farmacéutica que, sin embargo, es acompañado por una temprana inserción exportadora en el segmento de biosimilares.

## Las empresas biofarmacéuticas en la Argentina

A comienzos de la década del 2000, la industria biofarmacéutica en el país estaba conformada por unas diecinueve empresas productoras de medicamentos, reactivos e insumos biotecnológicos a partir de procesos de imitación o copia de productos innovadores.<sup>6</sup> En promedio, las ventas de productos biotecnológicos propios de estas empresas representaban el 33% de sus ventas totales, lo que muestra una fuerte orientación exportadora. Con importantes diferencias entre las distintas firmas, las ventas promedio anuales por empresa fueron de unos US\$ 6 millones y las ventas biotecnológicas promedio, de unos US\$ 2 millones, lo que señala un tamaño medio considerablemente menor al de las empresas biotecnológicas internacionales. Se trata de un conjunto de empresas que, si bien invierten montos menores en I+D al de los países desarrollados, son altamente innovadoras dentro del contexto local. En el año 2003 registraron inversiones en I+D del orden del 5% de las ventas (el indicador para el conjunto de la industria fue menor al 0,5%), con importantes articulaciones con la infraestructura pública de CyT (Bisang *et al.*, 2006).

En el año 2010, el número de empresas biofarmacéuticas llegó a 26 firmas. Algunas, de reciente instalación, son *spin-offs* empresariales o *start-ups* universitarios, centradas en las etapas de I+D, y no cuentan todavía con productos en el mercado (NEB); otras son empresas especializadas en biotecnología que se articulan con grandes empresas farmacéuticas locales en el marco de relaciones de cooperación tecnológica, productiva y/o comercial conformando empresas en red, grupos o *holdings* tecnofinancieros (EEB); otras son empresas farmacéuticas tradicionales que han incursionado o diversificado en la biotecnología (EFD), pero cuyos ingresos principales provienen de la venta de medicamentos convencionales (tablas 1 y 2).

---

6 Se consideran solamente las empresas productoras de bienes e insumos a partir de técnicas biotecnológicas, ya sea en forma exclusiva o como parte de su cartera de productos, y las empresas innovadoras que utilizan estas técnicas en las etapas de I+D y productivas. Se excluyen las comercializadoras, importadoras y distribuidoras de estos productos.

Tabla 1. Empresas biotecnológicas según tipología y fecha de fundación

Empresas (Tipología)	Hasta 1989	Década de 1990	Desde el 2000	Total empresas
NEB	0	0	7	7
EEB	3	3	1	7
END	8	1	2	11
EMN	0	1	0	1
<b>Total empresas</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>26</b>

Referencias: NEB: nueva empresa nacional especializada en biotecnología; EEB: empresa nacional especializada en biotecnología; EFD: empresa farmacéutica diversificada; EMN: empresa multinacional.

Fuente: Gutman *et al.*, Base de datos del proyecto “Biotecnología y desarrollo industrial en Argentina”.

La mayor parte de las empresas son especializadas y empresas de reciente instalación. Se trata de firmas de capital nacional que, en conjunto, representan el 58% del padrón para el año 2010. Un 38% son empresas farmacéuticas diversificadas nacionales y solo una empresa es de capitales multinacionales, lo que contrasta con el panorama presente en otros sectores de difusión de la biotecnología en el país, como el agrícola, en el que la mitad de las empresas son filiales de EMN.

- Las nuevas empresas biotecnológicas (NEB) surgieron en su mayoría en la década del 2000 y se focalizaron en la etapa de I+ D dentro de la cadena de valor. Dos de estas empresas están integradas a grupos o *holdings* tecnofinancieros.
- La mayoría de las empresas especializadas en biotecnología (EEB) surgieron en las décadas de los ochenta y los noventa y se centraron en la producción de proteínas de la primera generación y en diagnósticos *in vitro*. Utilizan las biotecnologías basadas en ADN en las etapas de I+D y de producción. Cuatro empresas forman parte de grupos o *holdings* tecnofinancieros con empresas farmacéuticas establecidas. Entre ellas destaca Biosidus, que ha sido la primera y más importante empresa biofarmacéutica del país.
- Las empresas farmacéuticas diversificadas (EFD) son de más larga data y forman parte del grupo empresas líderes farmacéuticas nacionales. Integra este conjunto un laboratorio público, perte-

reciente a la Universidad Nacional de Córdoba, que es productor de proteínas plasmáticas y ha comenzado a incursionar en la biotecnología iniciando actividades de I+D. Algunas empresas farmacéuticas nacionales, como Romikin o Roemmers, no están involucradas directamente en la producción local o en la investigación de biotecnológicos, pero integran las cadenas comerciales de las empresas del sector.

Observando la conformación de las empresas especializadas en biotecnología en el país, es importante señalar que varias de ellas han surgido como *spin-offs* de Biosidus, la que reunió en sus laboratorios a científicos y tecnólogos nacionales. Biosidus (perteneciente al Grupo Sidus) ha participado, directa o indirectamente, en la conformación de siete empresas biotecnológicas especializadas a través de sucesivos procesos de *spin-off* por separación de algunos investigadores.

#### Biosidus, fuente principal de *spin-off* en biotecnología para la salud humana

Biosidus ha estado en el origen de la creación de varias empresas especializadas en biotecnología, creadas a partir de la migración de biotecnólogos de esta empresa. Investigadores de Biosidus formaron a comienzos de los noventa una pequeña EEB, que junto con Laboratorios Pablo Cassará fundaron en el año 1995 la empresa PC-GEN, especializada en la producción de proteínas recombinantes. Posteriormente, PC-GEN, en asociación con la empresa farmacéutica alemana Rhein Inmuno BV, creó la empresa Rhein Americana para el desarrollo de la vacuna recombinante para la hepatitis B. Esta firma fue posteriormente adquirida por la EMN francesa Aventis Pharma. PC-GEN colaboró en la fundación de otra nueva empresa biotecnológica, Zelltek. A partir del 2005, PC-GEN y Zelltek pasaron a formar parte del Grupo Amega Biotech. Asimismo, dos socios de PC-GEN formaron Immunotech para la producción de vacunas. En el 2004, como *spin-off* de Zelltek, se crean las empresas Incubatech y Protech Pharma, las que integran también el Grupo Amega Biotech. En el 2008, investigadores originarios de Genargen junto con otros socios formaron la empresa de I+D PharmaAdn.

**Fuente:** Entrevistas a empresas y a especialistas del sector.

El tipo de productos (biosimilares) elaborados por las empresas y la aplicación de tecnologías basadas en el ADN en diferentes etapas de la cadena de valor se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2. Empresas biotecnológicas según tipología, técnicas biotecnológicas en la cadena de valor y tipo de productos

Empresas <sup>1</sup> (tipología)	Tecnologías basadas en el ADN			Tipo de producto			Total empresas
	I+D y produc- ción	I+D	Produc- ción	Biofár- macos	Reacti- vos	Cultivos celulares y otros <sup>2</sup>	
NEB	2	5	0	2	0	5	7
EEB	4	2	1	4	3	0	7
END	4	6	1	2	2	7	11
EMN	0	0	1	1	0	0	1
<b>Total empresas</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>26</b>

Referencias: NEB: nueva empresa nacional especializada en biotecnología; EEB: empresa nacional especializada en biotecnología; EFD: empresa farmacéutica diversificada; EMN: empresa multinacional.

1) Empresas que utilizan técnicas biotecnológicas solo en I+D sin llegar al mercado o producen drogas de síntesis química. 2) Incluye empresas productoras de cultivos celulares, terapias génicas, ingeniería de tejidos, manipulación celular y otras.

Fuente: Gutman *et al.*, Base de datos del proyecto “Biotecnología y desarrollo industrial en Argentina”.

Las empresas biofarmacéuticas utilizan tecnologías basadas en el ADN recombinante en las etapas de I+D, de producción o en ambas (incluyendo control de calidad), tanto en la producción de ingredientes activos como de productos medicinales terminados. Cuentan con modernos procesos productivos (equipamientos, recursos humanos calificados) y con certificaciones internacionales de calidad. Algunas firmas productoras de biosimilares han comenzado a incursionar, en alianzas nacionales e internacionales, en el desarrollo de productos innovativos de nicho.

En resumen, existe en la Argentina una masa crítica de empresas biotecnológicas en el sector de salud humana que operan en el segmento de mercado de los biosimilares. Coexisten empresas de reciente creación especializadas en la I+D y empresas que avanzan “aguas abajo” en la producción y lanzamiento al mercado de productos. Ambos senderos evolutivos se retroalimentan en un proceso de desprendimientos (*spin-offs*) y (re)centralización en el que la forma grupo es determinante. Ello va configurando determinadas formas de organización que distinguen a esta industria de la industria farmacéutica tradicional basada en la importación de principios activos para la formulación local, como se presenta en el siguiente apartado.

### **Estrategias empresariales de empresas de base biotecnológica en la Argentina**

El análisis de las diferentes estrategias y las formas de organización de la cadena de valor farmacéutica que posibilitan a las empresas afrontar las barreras de entrada en la industria biotecnológica de salud humana es abordado a partir de estudios de caso de empresas representativas.

Los estudios de caso presentados –los que conforman tres tipos de organización representativos del sector (metodología de *ideal types*)– buscan responder al interrogante central de este estudio: ¿cuáles son los modos de organización predominantes entre las principales empresas (o grupos) del sector farmacéutico que incursionan en la biotecnología y cuáles son sus determinantes a la luz de las oportunidades científicas, económicas e institucionales? Los casos son:

- Un grupo integrado, productor de biosimilares de proteínas recombinantes, líder en la industria biotecnológica local: Biosidus.
- Un grupo con una forma de organización en red que se internacionaliza a partir de una base nacional: Amega Biotech.
- Un estudio de caso que analiza la evolución de una red de origen nacional organizada a escala global, con aplicaciones en salud humana y animal: la alianza entre Romikin, Laboratorios Elea, Biogénesis-Bagó y la Universidad Nacional de Quilmes.

El cuadro 1 presenta en forma estilizada los principales aspectos organizacionales de los casos analizados.

Cuadro 1. Estrategias y formas de organización de empresas biotecnológicas argentinas, casos seleccionados

	Bio Sidus	Omega Biotech	Chemo
Estrategia	Imitador temprano de medicamentos biosimilares para exportación.	Exportador y proveedor local de API biosimilares a bajo costo.	Diversificación en salud humana y animal.
Capital de origen	Grupo nacional Sidus.	Holding en el que participa grupo nacional Roemmers.	Grupo nacional Chemo (familia Gold-Sigman).
Producción	7 proteínas ADNr (EPO, 3 interferón, G-CSF, somatropina, lenograstim).	9 proteínas ADNr (EPO, 4 interferón, FSH, interleukin, somatropina, G-CSF).	Vacunas, proteínas ADNr y pequeñas moléculas.
Tipo de innovación	Incremental / mayor. Imitación productos ADNr. Innovación de proceso.	Incremental. Imitación productos ADNr. Innovación de proceso.	Incremental. Imitación productos ADNr. Nuevas (pequeñas moléculas) con procesos biotecnológicos. Nuevos procesos.
Cadena de valor	Integrada verticalmente.	Cuasi integrada.	Consortio de empresas.
Organización de la I+D	I+D interna. Aprendizajes en la producción y en la articulación con el sistema de salud.	Desarrollo interno. Aprendizajes en la producción.	I+D en red. Aprendizajes en biomedicina, en la articulación con el sistema de salud.

## Biosidus<sup>7</sup>

### Estrategia y configuración empresarial

Biosidus es una empresa de capitales nacionales perteneciente al Grupo de Empresas Farmacéuticas Sidus (GEFS) y es pionera en la producción de medicamentos (y principios activos) a partir de proteínas biosimilares con una fuerte orientación exportadora.

Inicialmente, en 1980, se constituyó como una división interna de la empresa farmacéutica Sidus y comenzó en 1982 la producción de interferón leucocitario a partir de métodos extractivos. La introducción en el mercado mundial de las primeras drogas biotecnológicas y las expectativas abiertas por la revolución de la biología molecular impulsaron a Sidus a encarar estas producciones y comenzó el proyecto del interferón recombinante paralelamente al del interferón leucocitario. En 1983 Biosidus se instala como una unidad de negocios biotecnológica autónoma bajo el control del Grupo Sidus y constituye la primera empresa biotecnológica del país (y de América Latina) dedicada a la producción de proteínas recombinantes, estatus que conserva a lo largo de la década, precediendo en más de diez años a sus seguidoras nacionales y comercializando sus productos casi al mismo tiempo que las primeras empresas biotecnológicas a nivel mundial.

Las ventajas financieras asociadas a su “forma grupo” son un aspecto crucial en el proceso de emergencia de Biosidus frente a la ausencia de capitales de riesgo y mercados financieros similares a los de Estados Unidos. El financiamiento de Biosidus provino en sus orígenes del Grupo Sidus, ya sea directamente o, indirectamente, al absorber la producción de Biosidus a un precio superior al del mercado. Posteriormente, el financiamiento público jugó un rol importante para las actividades de I+D a través de sucesivos subsidios del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) que continúan; ha obtenido créditos de bancos públicos y subsidios del Centro Argentino-Brasileño de Biotecnología (CABBIO).

No obstante, las ventajas financieras –internas y provenientes de la política pública– no han sido los únicos determinantes del crecimiento de esta empresa. No se trata de un simple grupo conglomeral. Sus ventajas financieras se combinan con ventajas tecnológicas. Los primeros años, Biosidus se concentró en el desarrollo de las tecnologías de procesos necesarias para dominar la producción de proteínas recombinantes (cultivo de células,

---

7 Este estudio de caso se basa en trabajos previos (Bercovich y Katz, 1990; Aguiar *et al.*, 2006), en entrevistas realizadas a la empresa y documentos provistos por esta y en información de revistas especializadas. Para un análisis en profundidad de este caso, ver Gutman y Petelski (2010b).

purificación de proteínas, ingeniería genética, anticuerpos monoclonales). En 1987 inauguró el laboratorio de I+D. En 1990 comenzó la producción y comercialización de eritropoyetina (EPO).<sup>8</sup> Actualmente, su principal producto en ventas es la EPO (70% del total) y es el proveedor mayoritario del mercado interno, en el que compite con Amega Biotech, y el séptimo productor en el mercado mundial de EPO biosimilares. Las exportaciones de la firma representan el 80% de sus ventas. Su estrategia competitiva, al igual que el resto de las empresas biotecnológicas del país, se basa en la exportación a mercados con regímenes de propiedad intelectual (PI) y regulaciones flexibles a partir de productos de alta calidad, bajos precios y la adaptación a las demandas de los mercados a los que se dirige (por ejemplo, formas de preparación final del medicamento adecuadas para países con problemas en la cadena de frío). En general, en los mercados en los que opera, sus principales competidores son las EMN y las distribuidoras de productos de marca o de biosimilares.<sup>9</sup>

Este liderazgo explica que Biosidus sea la mayor empresa biotecnológica especializada del país. En el 2009, su facturación fue de unos US\$ 40 millones, con una inversión en I+D del 10% de su facturación y una ocupación total del orden de las 350 personas, de las cuales un 45% son profesionales y técnicos, y cuenta con 30 asesores científicos y de negocios.

### Líneas de producción

El desarrollo inicial de ventajas tecnológicas le permitió a Biosidus llevar adelante un proceso de diversificación coherente a partir de líneas de producción complementarias desde el punto de vista de la base de conocimientos. A la producción de EPO, agregó en 1991 la de interferón alfa 2b humano para cuya producción se creó un laboratorio de biología molecular; en años posteriores fue integrando la producción de otras proteínas recombinantes. Su portafolio actual de productos está conformado por siete proteínas terapéuticas recombinantes biosimilares producidas con técnicas de cultivos celulares o de fermentación bacteriana –eritropoyetina, interferón beta 1a, interferón alfa 2b, filgrastim, somatropina, interferón

---

8 En 1992 la firma crea la División de Biotecnología Vegetal Tecnoplant pionera en la Argentina en el campo del cultivo de tejidos vegetales. Posteriormente se conforma Tecnoplant S.A. como unidad de negocios también perteneciente al Grupo Sidus, dedicada a la selección y multiplicación de especies de interés comercial en el marco de la estrategia del grupo de diversificación hacia la producción de cultivos intensivos.

9 La empresa estima que en el mercado mundial hay al menos 60 firmas, distribuidas en 15 países, con producciones similares a las propias.

alfa 2a y lenograstim– y un prebiótico intestinal (desarrollado conjuntamente con el PROIMI, centro de investigaciones del CONICET).

### Base de conocimiento

Biosidus prioriza la actividad interna de investigación recurriendo a la integración de recursos humanos altamente calificados. El relacionamiento externo constituye un recurso –si bien importante– transitorio en el marco de una organización integrada.<sup>10</sup> El modelo integrado de producción de la empresa la condujo a desarrollar capacidades para las fases preclínicas y clínicas. La mayoría de los investigadores de Biosidus se formó en el sistema científico-técnico nacional (con postgrados en el exterior) y mantiene relaciones fluidas con las universidades de origen, lo que facilita la circulación de información científico-tecnológica actualizada. La interacción con organismos regulatorios del país, como la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) (establecida en 1993) y la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), ha posibilitado procesos de aprendizaje en la empresa y en el sistema. La articulación de conocimientos internos y externos a la empresa y los procesos de aprendizaje que se iniciaron con la producción de interferón leucocitario y continuaron con los desarrollos posteriores de proteínas recombinantes permitieron a Biosidus diversificarse hacia plataformas biotecnológicas más complejas.<sup>11</sup>

### Estrategia de I+D

La estrategia seguida de copia o imitación de productos innovadores exigió realizar desarrollos propios de productos y procesos. Para ello, incorporó las sucesivas oleadas de herramientas y conocimientos biotecnológicos necesarios para llevar adelante una estrategia de adaptación tecnológica temprana. A fines de 1989, logró el desarrollo del interferón recombinante para uso local (cremas y geles) sin haber resuelto su empleo como inyectable, en especial para los casos de oncología, por lo que Biosidus decidió encarar el desarrollo del anticuerpo monoclonal en

---

10 Desde comienzos de la década del 2000, Biosidus realiza dos tipos de convenios con las instituciones públicas de I+D: a) de servicios pagos, y b) de colaboración conjunta con centros nacionales y extranjeros.

11 Sus principales plataformas tecnológicas son fermentación bacteriana, cultivos de células, animales transgénicos y terapia génica (terapia de reemplazo de proteínas).

su laboratorio de células. El aprendizaje en esta producción le permitió posteriormente encarar el desarrollo de otras proteínas recombinantes (interferón gamma, diagnósticos, proyectos de IL 2 e insulina).<sup>12</sup> En 1999 comenzaron los aprendizajes sobre plásmidos para terapia génica. La decisión de realizar el escalado de drogas recombinantes a partir del *molecular farming*, estrategia que comienza a fines de los noventa, requirió conocimientos en transgénesis y clonación de organismos animales superiores, actividad que realizó, en parte, en colaboración con centros públicos (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y otros) y con centros de salud. A comienzos del 2000 se realiza el desarrollo de organismos genéticamente modificados (OGM): animales de granja como biorreactores para producir proteínas humanas recombinantes. Las tecnologías con bovinos transgénicos se orientan a la producción de hormonas de crecimiento humano, insulina y anticuerpos monoclonales.<sup>13</sup> En el *pipeline* de Biosidus se encuentra actualmente el desarrollo de enzimas de uso terapéutico, interferones y hormona folículo estimulante FSH.<sup>14</sup>

### Organización de la cadena de valor

Como ya discutimos previamente, Biosidus es una empresa integrada que abarca la investigación, desarrollo, fabricación y las etapas de ensayos preclínicos y clínicos de proteínas biosimilares. Cuenta con dos plantas productivas, localizadas en Buenos Aires, que satisfacen las normas regulatorias de Estados Unidos (FDA) y Europa (EMEA).<sup>15</sup>

---

12 El proyecto de insulina es un emprendimiento conjunto con Biobras (Brasil) con la que Sidus formó un *joint venture* para llevar adelante el desarrollo del clon, mientras que la puesta a punto de la fase fermentativa correspondía a la firma brasileña.

13 Ya en 1996 Biosidus comenzó a adquirir capacidades en el desarrollo de animales de granja como biorreactores (Aguiar *et al.*, 2006). En el 2002 obtuvo el primer ternero clonado y transgénico para ser utilizado como biorreactor en la producción de hormonas de crecimiento humano. En el 2007 obtuvo una vaca clonada cuya leche contiene una molécula precursora de la insulina, la que luego se modifica en laboratorio para transformarla en insulina humana.

14 Cabe señalar el desarrollo de varias enzimas –para el tratamiento de enfermedades del corazón, para terapias de reemplazo en las enfermedades de Fabry y de Gaucher–, nuevas versiones de interferón beta 1b (IFN beta 1b para el tratamiento de esclerosis múltiple), FSH para el tratamiento de infertilidad. Más recientemente, se ha asociado con varias instituciones (Dirección Nacional del Antártico, Fundación Instituto Leloir, Facultad de Ciencias Económicas de la UBA y otros centros extranjeros) para la búsqueda de enzimas en frío de microorganismos aislados de la Antártida.

15 En la planta de Almagro, inaugurada en 1989, se realizan actividades de I+D y de producción de API biotecnológicos; la planta de Bernal, adquirida en el año 2000,

Hasta 1989 Biosidus proveía únicamente a la empresa farmacéutica matriz Sidus. A partir de 1993 comenzó a exportar directamente sus productos, lo que le permitió constituirse como unidad de negocios independiente bajo el control de Sidus. Biosidus comercializa sus productos a través de una red de 33 socios de distribución (farmacéuticas establecidas y empresas de distribución) en 52 países. En el 2008, el 61% de las ventas se dirigió a países de América Latina, el 32% a países de Asia, el 5% a Europa y el 2% a África. Sus ventas externas se canalizan a partir de diversas modalidades de licenciamiento: licencias directas (un 80% de los casos), contratos de nacionalización (15% de los casos, cuando el Estado prioriza las empresas nacionales para las licitaciones), contratos con organismos de salud (5% de los casos), licitaciones internacionales a través organismos de Naciones Unidas y ONG.

Por último, cabe destacar, como se señaló previamente, que, en su carácter de empresa líder del sector, Biosidus ha generado importantes *spill-overs* sobre el resto del sistema como fuente de desprendimientos (*spin-offs*). Por otro lado, la incorporación de recursos humanos de las universidades locales en disciplinas afines a la biotecnología generó una señal a otras empresas sobre las potencialidades de los científicos locales.

## Amega Biotech<sup>16</sup>

### Estrategia y configuración empresarial

Amega Biotech es una empresa biotecnológica especializada en la producción de ingredientes activos para la industria farmacéutica (API), con una fuerte orientación exportadora. Su estructura organizacional es la de una red tecnofinanciera de base nacional. Se trata de un grupo empresarial de capitales nacionales con participación minoritaria de capitales alemanes, que combina relaciones jerárquicas (grupo financiero-industrial propietario de las empresas integrantes) con relaciones horizontales a partir de la conformación de alianzas y asociaciones tecnoproductivas y comerciales con otras empresas. Fue creada en el año 2005 como una iniciativa del *holding* Mega Pharma –red de empresas farmacéuticas instalada en Montevideo, Uruguay– luego de identificar oportunidades (comerciales,

---

se destina a la producción de productos biotecnológicos finales.

16 Este estudio de caso se basa en entrevistas realizadas a la empresa y en documentos provistos por ella, en investigaciones previas y en información de revistas especializadas. Para un análisis en profundidad de este caso, ver Gutman y Petelski (2010a).

tecnológicas y regulatorias) en el mercado mundial de biogénicos en salud humana.

Su estrategia central es la exportación de API de alta calidad y costos competitivos, dirigida a mercados internacionales con regulaciones flexibles, como primera etapa, para acceder posteriormente a mercados con regulaciones más exigentes. Para ello, el grupo cuenta con dos activos centrales: a) los recursos financieros, a los que accede a través de los aportes del *holding* Mega Pharma, y b) las capacidades tecnológicas y el *know-how* de empresas locales innovativas que ha adquirido, con experiencia en el desarrollo y producción de biogénicos (biosimilares) que incorpora a su organización.

En otras palabras, al igual que en el caso de Biosidus, las ventajas financieras del grupo constituyen un rasgo fundacional central, pero, a diferencia de esa empresa, las ventajas tecnológicas de partida del grupo se basaron en las aportadas por las empresas adquiridas. El grupo integró, entre los años 2005 y 2008, a una empresa de I+D biotecnológica y a dos importantes empresas biotecnológicas especializadas en la producción de proteínas recombinantes de capitales nacionales, instaladas en diversos momentos de la década del noventa: Gema Biotech (empresa de I+D originalmente parte de Laboratorios Roemmers, dedicada a investigaciones básicas para el descubrimiento de nuevas moléculas); Zelltek (y sus dos *spin-offs*, Incubatech y Protech Pharma), empresa productora de eritropoyetina creada en 1993 en asociación con el Laboratorio de Cultivos Celulares de la Universidad Nacional del Litoral y PC GEN, incubada en 1995 por el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Fundación Pablo Cassará. Luego de las adquisiciones, se realizó una importante reestructuración de las firmas rearticulando y redistribuyendo entre ellas las actividades de I+D (ahora centradas en actividades de desarrollo), de producción de API, de ensayos preclínicos, de controles de calidad y de comercialización, incluyendo una importante ampliación de la capacidad productiva (ver “Organización de la cadena de valor”).

La fuente principal de financiamiento del grupo han sido los aportes provenientes del *holding*. Sin embargo, las empresas integrantes de la red recibieron en distintas oportunidades apoyos del sector público a través del FONTAR y de institutos provinciales y continúan acudiendo a ellos. En la actual etapa de expansión productiva y tecnológica, Amega prevé acceder en mayor medida a fondos públicos concursables.

Actualmente, Amega Biotech constituye una organización mediana-grande –en relación con los estándares locales de los mercados y del tamaño de las empresas especializadas en biotecnología– en la que trabajan

aproximadamente unas 230 personas, de las cuales un 34% se encuentra abocado a la producción y un 32%, a actividades de I+D. La facturación total en 2009 fue de US\$ 10 millones (una cuarta parte de la facturación de Biosidus, y registra una fuerte dinámica de crecimiento) con una inversión en I+D del orden del 35% de las ventas.

### Líneas de producción

Amega Biotech se ha expandido en un período muy corto de tiempo incorporando líneas de producción paralelas a partir de los desarrollos previos de las empresas adquiridas. La rapidez de entrada en el mercado radica justamente en su forma de organización en una red tecnofinanciera. La producción de API se realiza en dos plantas: una localizada en la provincia de Buenos Aires, la planta de Gema Biotech, instalada en el 2005, y otra en la provincia de Santa Fe, la planta de Zelltek, inaugurada en octubre de 2009 en el Parque Tecnológico del Litoral Centro (PTLC), que constituye una importante ampliación de la planta original de la empresa. Ambas responden a los estándares de buenas prácticas de manufactura (BPM) y han sido auditadas internacionalmente. En la primera planta se producen diversos principios activos a partir de las plataformas tecnológicas eucariota (FSH, interferón beta 1a) y procariota (interferón alfa 2a, alfa 2b y beta 1b; interleucina 2, somatropina, G-CSF y otras proteínas). La planta de Zelltek está dedicada a la producción de eritropoyetina.

### Base de conocimiento

Las competencias centrales del grupo se encuentran en las actividades de desarrollo (de procesos y de productos) internas, las que constituyen uno de sus activos estratégicos principales: incluyen los estudios preclínicos, con fuertes componentes de conocimientos tácitos y conocimientos codificados. Adicionalmente, la articulación con fuentes externas de I+D es un recurso frecuente del grupo. Sus competencias se ubican asimismo en el diseño y puesta en marcha de las plantas productivas, aspecto que conforma un activo complementario central y clave para el éxito del negocio.

El grupo ha desarrollado diversos tipos de colaboraciones y alianzas con otras empresas, con instituciones académicas y con organismos de CyT nacionales, principalmente, y también internacionales, los que constituyen importantes fuentes de acceso a conocimiento en CyT de

aprendizaje tecnológico, funcionamiento en *networking* que se encuentra en las bases de su forma organizacional. En particular, mantiene una estrecha relación con la Universidad Nacional del Litoral –que es considerada la principal fuente de consulta frente a problemas científicos y tecnológicos y donde comparten el Laboratorio de Cultivos Celulares– y con la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires para la realización en conjunto de análisis específicos de proteínas, entre otras actividades. Con ambas instituciones, desarrollan relaciones abiertas de colaboración, que incluyen la publicación conjunta de artículos académicos. Amega ofrece a socios nacionales e internacionales diversos servicios que incluyen codesarrollos, colaboración para ensayos clínicos y preclínicos, transferencia tecnológica, acuerdos de marketing y comercialización.

### Estrategia de I+D

La estrategia tecnológica de Amega Biotech se orienta a la ampliación de su producción de proteínas recombinantes desarrollando nuevas plataformas tecnológicas dentro de la producción de API biosimilares. El grupo tiene actualmente un portafolio de diez ingredientes activos en etapa de desarrollo, tres en la fase de ensayos preclínicos y cinco en la fase regulatoria.

La acumulación de conocimientos y los aprendizajes alcanzados en los desarrollos previos le permiten a la empresa avanzar hacia la producción de proteínas más complejas, proteínas de alto peso molecular, en asociación con el sector público, y una estrategia de sustitución de importaciones. En esta trayectoria, el principal proyecto de su *pipeline* es el desarrollo de nuevas plataformas para la producción de factores de coagulación y de anticuerpos monoclonales. Para ello, Amega conformó en el 2010 un consorcio con la Universidad Nacional del Litoral y el Parque Tecnológico del Litoral Centro (PTLC) del CONICET, con el que se presentó a los fondos concursables del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y obtuvo un aporte de US\$ 7 millones para la construcción de una nueva planta productiva cuyo costo total es de US\$ 10 millones.

Las formas de organización que ha adoptado el grupo, así como sus estrategias de alianzas y redes, le facilitan avanzar en los procesos de aprendizaje y en las innovaciones organizacionales necesarias para expandir su estrategia productiva y comercial.

## Organización de la cadena de valor

La cadena de valor de Amega, a diferencia del modelo integrado de Biosidus, está solo parcialmente integrada. Actualmente, el grupo terceriza y/o desarrolla en asociación o redes con otras empresas las etapas de estudios clínicos, de formulación de su producto final y algunas actividades de marketing y comercialización.

La etapa de I+D, centrada en actividades de desarrollo, incluye a) el desarrollo de proteínas biosimilares; b) la transferencia de tecnología a las plantas de producción; c) la generación y el control de un banco de células a partir de clones derivados de células únicas, y d) el desarrollo de procesos y de métodos analíticos de validación. Incorpora los estudios preclínicos como prueba de desarrollo evidenciando los importantes *feedbacks* entre las distintas subetapas del desarrollo y entre estas y la etapa de formulación de los biosimilares. Para llevar a cabo estas actividades, realiza acuerdos con instituciones públicas, formales e informales.

En la etapa de producción del API se utilizan diversas plataformas biotecnológicas (clonado, purificación de enzimas, fraccionamiento de proteínas, micropropagación) de fermentación y bioprocesos, tecnologías bioquímicas y de síntesis orgánica. El proceso productivo está formado principalmente por las etapas de fermentación (diferenciadas según se trate de plataformas eucariotas o procariotas), purificación y control de calidad. La formulación final se terceriza a la empresa MR-Pharma a través de un contrato de producción y la prestación de asistencia técnica. El control de calidad de los productos finales queda a cargo de Amega.

Los estudios clínicos (fase I) son contratados a empresas especializadas (en su mayoría EMN que operan regionalmente). A nivel internacional, el grupo ha establecido una red de socios con instalaciones certificadas con BPM. Cuando la formulación se realiza en el exterior, Amega Biotech transfiere la tecnología.

Finalmente, en la etapa de marketing y comercialización en los mercados externos, las ventas se canalizan a través del *holding* Mega Pharma y de distribuidores de los países de destino de las exportaciones en relaciones contractuales de largo plazo. En el mercado interno, el grupo vende los API a firmas farmacéuticas locales (Laboratorios Elea, Laboratorios Bagó y Laboratorio Pablo Cassará, entre otras). El grupo ha comenzado recientemente el proceso de solicitud de autorización del Instituto Nacional de Medicamentos (INAME) para la comercialización directa de varios de sus productos con marca propia.

Amega lleva a cabo una estrategia de defensa de los derechos de propiedad intelectual (DPI) protegiendo sus innovaciones de proceso a través del secreto industrial y de patentes.<sup>17</sup>

La progresiva integración de buena parte de las etapas de la cadena de valor en la producción de biotecnológicos, con el propósito de incorporar algunas de las etapas que actualmente terceriza (ensayos clínicos, elaboración de medicamentos con marca propia), forma parte de la estrategia de largo plazo del grupo, basada en la ampliación e integración de conocimientos científicos y tecnológicos.

En resumen, la producción de medicamentos biotecnológicos biosimilares requiere un adecuado manejo de tiempos y riesgos, procesos continuos de aprendizaje y acumulación de conocimientos y de experiencia. Amega ha integrado y acumulado conocimientos a partir de las capacidades tecnológicas de las empresas que forman parte del grupo y ha basado su estrategia de distribución de riesgos llevando a cabo asociaciones con otras empresas locales e internacionales y con universidades e institutos públicos de CyT.

## Grupo Chemo<sup>18</sup>

### Estrategia y configuración empresarial

Chemo es un grupo transnacional farmacéutico diversificado de capitales familiares argentinos, que tiene como principales líneas de producción principios activos (API) y productos terminados para salud humana y sanidad animal. El grupo tiene una trayectoria de 30 años, con una primera década localizado en España y desde fines de los años ochenta en la Argentina.

Al igual que Amega, Chemo asume una organización en red, que comprende, por un lado, participaciones mayoritarias en el capital de las empresas y, por el otro, *joint ventures* y acuerdos de cooperación tecnológica. A diferencia de Amega, la red se establece sobre una base global. Esta forma de organización de tipo tecnofinanciero le ha permitido al grupo avanzar en un rápido proceso de internacionalización productiva y de diversificación tecnológica. Chemo ha desarrollado una red global con presencia en

---

17 Actualmente ha solicitado tres nuevas patentes a nombre de la firma Zelltek en conjunto con la Universidad Nacional del Litoral. Estas fueron aprobadas vía PCT (Patent Cooperation Treaty) y están en proceso de fase nacional en 23 países en Europa, en Estados Unidos y en la Argentina.

18 Para un estudio en profundidad de este caso, ver Lavarello y Cappa (2010).

24 países, que incluye desde las actividades de I+D y producción de API de síntesis químicas hasta su formulación y comercialización. Con una plantilla total de 2.800 empleados, su facturación superó los 450 millones de euros en 2009. Invierte cada año entre el 5 y el 10% de su facturación en investigación y desarrollo de nuevos medicamentos.

### Líneas de producción

La red global comprende plantas de producción de API de síntesis química en diversas localizaciones (España, Italia, Argentina y China). Estas capacidades se orientan a la fabricación para el mercado de medicamentos genéricos y de síntesis química adaptada a los requerimientos de clientes industriales. Basados en la *expertise* acumulada en la fabricación de API, y a partir de desarrollos patentados, han avanzado hacia formulaciones propias altamente complejas. En la Argentina localizan la producción de biológicos de uso veterinario y algunas líneas de nuevos productos de síntesis química, y predominan las asociaciones y los *joint ventures* con otras empresas locales de larga trayectoria en la industria de salud humana y de sanidad animal (Roemmers, Familia Sielecki y Bagó).

### Base de conocimientos

Frente a las sucesivas oleadas de avances de la biología molecular, el grupo ha recurrido a fuentes externas de conocimiento científico y de investigación básica orientada. La incorporación de los avances recientes en biología molecular le ha permitido a Chemo realizar un salto desde un método empírico a un método molecular en los desarrollos oncológicos.

A fin de integrar los distintos componentes de la base de conocimientos, a partir de su experiencia en el sector, Chemo ha llevado adelante proyectos conjuntos con universidades cubanas y argentinas. Por su parte, el *know-how* en el manejo de proteínas acumulado por el laboratorio argentino Elea sirvió de base para generar capacidades en las fases preclínicas y clínicas de desarrollos biotecnológicos. Estas capacidades en la fase clínica le han permitido a la red integrar la investigación básica con la investigación aplicada biomédica, lo que posibilita la diversificación hacia la biotecnología. Las interfaces entre los laboratorios del grupo, los institutos universitarios y los centros de investigación médica han sido claves en la capacidad de la red de transformar las oportunidades de la biología molecular en la

identificación de nuevos blancos y el desarrollo de moléculas con efectos en las enfermedades.

### Estrategia de I+D

Con más de 10 centros de desarrollo en todo el mundo, las líneas de I+D de Chemo incluyen el desarrollo de API genéricos, de nuevas entidades químicas y de proyectos avanzados en el campo de la oncología y la salud femenina (productos hormonales). La estrecha articulación con la infraestructura argentina de CyT le ha permitido diversificarse de una especialización en la producción de API de síntesis química a otra de desarrollo y producción de biológicos y productos recombinantes.

Entre los proyectos, cabe destacar dos que se han realizado en el marco de la articulación público-privada. Por un lado, el desarrollo desde la fase preclínica de tratamientos contra el cáncer a partir de anticuerpos monoclonales y vacunas oncológicas antimetastásicas llevado a cabo inicialmente en Cuba, en el cual interviene Elea; por el otro, el desarrollo de la desmopresina veterinaria entre la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Romikin y Biogénesis-Bagó como primer paso para su aplicación en humanos.

El segundo proyecto permite ilustrar el tipo de estrategia de I+D llevada adelante en el marco de esta red. Apunta inicialmente a casos de cáncer de mamas muy agresivos y/o captados tardíamente, que son una proporción menor en este tipo de cáncer. A diferencia de la mayor parte de los tratamientos específicos, caracterizados por un alto costo de desarrollo y de producción, este se caracteriza por su bajo costo asociado al hecho de que se basa en una molécula conocida como desmopresina.<sup>19</sup> Lo novedoso es que los científicos de la UNQ han identificado el mecanismo biológico a partir del cual la molécula interactúa con el blanco de las células cancerígenas que propagan la enfermedad –en las metástasis– luego de la intervención quirúrgica y aumenta la sobrevida del paciente. Además de su bajo costo, sus potencialidades en otros tipos de cáncer son amplias, incluso se extiende a todas las intervenciones parascópicas y biopsias en las que se remueve tejido con riesgos de generar una circulación de células cancerígenas.

Luego, la estrategia de I+D de Chemo busca reducir la incertidumbre tecnológica y clínica a partir de una entrada gradual en la industria biotecnológica partiendo del desarrollo de tratamientos nuevos con moléculas de

<sup>19</sup> Se trata de un péptido sintético orgánico derivado de la hormona antidiurética, que es ampliamente conocido y utilizado para otras enfermedades.

síntesis probadas clínicamente para luego avanzar en el desarrollo de bio-similares más complejos, como es el caso de los anticuerpos monoclonales.

### Organización de la cadena de valor

Como se señaló previamente, la organización en red de Chemo se estructura a partir de la articulación público-privada entre la universidad y las empresas de asociadas. Esta articulación asume distintas formas contractuales que van desde los contratos de servicios hasta los desarrollos conjuntos.<sup>20</sup> Este modelo de organización en red comprende un conjunto de instituciones y empresas nacionales e internacionales, cada una de las cuales ocupa un rol diferente en la cadena de I+D.

- a) Las instituciones nacionales (Instituto de Oncología Molecular, UNQ) y extranjeras (Centro de Inmunología Molecular [CIM] y Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología [CIGB] de Cuba) proveen los desarrollos iniciales con distintos grados de avance según el proyecto.
- b) El Grupo Chemo, a través de Romikin, articula la red de los proyectos y los cofinancia desde el desarrollo hasta la aprobación de su producción y comercialización; transforma así los descubrimientos de potenciales blancos y/o moléculas en productos comercializables.
- c) Elea es la empresa que lidera las etapas preclínicas y clínicas del desarrollo a partir de blancos biológicos y moléculas descubiertos en las instituciones. Hay una filial en Francia de Chemo que realiza la I+D de algunos proyectos biotecnológicos, aunque de alcance más acotado.
- d) El *joint venture* de sanidad animal con Biogénesis-Bagó, en el caso de la desmopresina, valoriza las complementariedades entre pequeños animales como etapa intermedia para el posterior desarrollo para humanos, lo que reduce la incertidumbre de las fases preclínicas y establece nuevos protocolos de I+D de utilidad para el desarrollo en salud humana.

---

20 La vinculación entre la UNQ y Chemo se inició con la contratación de servicios a la Universidad por parte de la empresa para actividades puntuales. Como el grupo no contaba con todas las capacidades necesarias para avanzar en las fases clínicas de desarrollos externos, se contrató a los investigadores de la UNQ. En una segunda etapa, Chemo avanzó hacia proyectos de I+D conjuntos. Este es el caso de la desmopresina.

- e) Maprimed, el *joint venture* entre Roemmers y Chemo, aporta sus capacidades productivas con normas de calidad internacionales para la producción de los principios activos de los nuevos desarrollos de síntesis química, entre los cuales se encuentran los desarrollos de análogos de la desmopresina.
- f) Una densa red de filiales y socios estratégicos internacionales lleva adelante las fases clínicas, a cambio de la licencia de la tecnología, asegurando pacientes y obteniendo el registro del producto.

Esta forma de organización de la cadena de valor hace posible, por un lado, integrar una variada gama de conocimientos y competencias que van desde el descubrimiento y validación de un blanco terapéutico hasta la aprobación de la droga en diversos mercados internacionales y, por el otro, afrontar los altos costos de financiamiento de estos proyectos. La articulación entre formas jerárquicas y de mercado posibilita aprovechar las ventajas de la especialización, en continua redefinición frente a la ampliación de las competencias que es necesario asimilar.

En resumen, la estrategia de Chemo se basa en la entrada secuencial desde mercados de nicho con bajas barreras de entrada aprovechando la convergencia entre las tecnologías de síntesis y las modernas herramientas de la biología molecular, y avanzar en una segunda etapa en segmentos de mayor complejidad. Esta secuencia requiere la integración de competencias diferentes, que resuelve a partir de la articulación en una red global de las empresas vinculadas con organismos públicos de investigación de países en desarrollo, entre los cuales se destacan los casos de las universidades argentinas.

## Conclusiones

El análisis de las empresas de biotecnología en salud humana muestra que, frente a las oportunidades que abren los avances científicos y los cambios regulatorios, existen en el país experiencias que han logrado insertarse competitivamente en los mercados internacionales. De los tres casos analizados, Biosidus lidera, desde el inicio del paradigma, la industria local en términos de exportación y de ventas al mercado interno de productos biotecnológicos. Amega, que entra en el negocio diez años después, se ha insertado rápidamente en los mercados internacionales a partir de la centralización de *spin-offs* de universidades y de otras empresas. Por su parte, Chemo, que ha avanzado desde inicios de los ochenta en un proceso de internacionalización productiva de su cadena de valor,

ingresa recientemente en el sector biotecnológico con la producción de recombinantes en China aprovechando las sinergias con la infraestructura de CyT y con la producción local de biológicos veterinarios.

Los mercados de productos farmacéuticos, y en particular los biotecnológicos, enfrentan altos grados de incertidumbre tecnológica, regulatoria y comercial que las empresas buscan atenuar a partir de sus estrategias y formas de organización. En los tres casos analizados, las empresas reducen la incertidumbre tecnológica centrándose en la producción de biosimilares, en los cuales tanto las moléculas como los blancos terapéuticos son ampliamente conocidos y los procesos son reproducibles a un costo menor que en los países desarrollados. En consecuencia, la incertidumbre se limita a los estudios clínicos, a la demostración de la biosimilitud y al escalado productivo. Esto requiere innovación de procesos biotecnológicos (desarrollo de sistemas de expresión y transferencia). En el caso de Chemo, también se ha avanzado en la etapa de I+D biotecnológica, pero la molécula es ampliamente conocida y surge de procesos de síntesis convencionales. Lo innovativo es la interacción entre la I+D biotecnológica y el conocimiento en biomedicina, que abre posibilidades de identificación de nuevos blancos, análogos de las moléculas y trayectorias biológicas que los articulan con las moléculas. Por otra parte, la exportación a países con regímenes de aprobación flexibles, y la formulación bajo licencia en ellos, reduce la incertidumbre comercial y regulatoria.

Si bien estas dinámicas microeconómicas no llegan a revertir el carácter deficitario del balance comercial sectorial, reflejan efectos sistémicos que, si se generalizan, pueden promover la emergencia de una industria biotecnológica local que sea capaz de adoptar (y adaptar) en su fase temprana moléculas ya conocidas o el desarrollo de nichos. Este sendero presenta importantes diferencias sistémicas con el de los países desarrollados, principalmente en términos de tamaño de los mercados de bienes y de capitales y de los presupuestos de ciencia y tecnología de los Estados nacionales. No obstante ello, la configuración local presenta ciertas particularidades que conviene destacar y que podrían servir de modelo a seguir por otros países emergentes con potencialidades en las producciones biofarmacéuticas:

1. La importancia de una base local de conocimientos en biociencias y de los recursos humanos formados en las universidades públicas. El análisis de los casos seleccionados nos permite concluir que la emergencia de una industria biotecnológica en la Argentina se encuentra asociada, en primera instancia, a la existencia en el país de una importante infraestructura pública de CyT. Los institutos científicos y las universidades, además de asegurar a las empre-

sas recursos humanos con competencias en biología molecular y otras tecnologías afines, han permitido la formación de grupos de investigación altamente capacitados para el descubrimiento y desarrollo de nuevas drogas, tal como lo reflejan los casos de Biosidus y Chemo.

2. La importancia de los grupos farmacéuticos que les dan origen. Frente a la ausencia o el débil desarrollo del mercado de capitales y de capitales de riesgo, las empresas establecidas (*incumbents*) juegan un rol clave desde una etapa temprana del surgimiento del sector aportando los recursos financieros necesarios y asumiendo las etapas de formulación final de los medicamentos y de comercialización y marketing (activos estratégicos aguas abajo de la cadena de valor).
3. En los tres casos analizados, predominaron las fuentes de financiamiento del grupo y, en menor medida, del sector público. El interés de los grupos en invertir parte del excedente en este tipo de actividades se encuentra asociado a las oportunidades abiertas por los cambios en el régimen de incentivos sectorial. Por un lado, el reforzamiento de la legislación de propiedad intelectual en la Argentina hace que comience a ser poco viable la estrategia basada en la formulación de medicamentos con patentes vigentes. Por otro lado, la expiración de las patentes de las primeras oleadas de productos biotecnológicos les posibilita entrar a un mercado internacional en expansión como es el de los biosimilares o de ciertos nichos para tratamientos específicos.
4. Formas de organización que permiten coordinar las distintas actividades de la cadena de valor. Este es un aspecto central en actividades de alta complejidad como lo son las biotecnológicas. Es aquí donde se evidencia la principal divergencia entre los tres casos analizados. La forma de organización varía según el grado de madurez de las tecnologías, la complejidad de las moléculas y el grado de involucramiento en el descubrimiento. Mientras que Biosidus adopta un modelo altamente integrado, Amega externaliza a partir de contratos parte de las actividades clínicas y de producción y Chemo se encuentra a mitad de camino a partir de una división del trabajo en el marco de *joint ventures* con empresas nacionales e internacionales.

Estas evidencias permiten responder a la pregunta de este artículo referida a los factores que definen las formas de organización particulares

en las experiencias exitosas en biotecnología para la salud humana. Si bien existen determinantes particulares –*mix* de productos diferentes y distintos momentos del ciclo tecnológico en el que emergen–, todos los casos presentan características comunes en cuanto a la fuente de conocimiento científico y la preeminencia de ciertas ventajas particulares como punto de partida de sus senderos evolutivos.

Estas conclusiones preliminares permiten plantear un conjunto de interrogantes de importancia respecto a la evolución futura del sector, interrogantes que constituyen, a la vez, una agenda de investigación:

1. Las estrategias y formas de organización basadas en la inserción internacional a partir de biosimilares ¿posibilitarán avanzar hacia biosimilares más complejos y, en especial, hacia nuevos productos innovadores?
2. Frente a la multiplicación de los conocimientos y competencias de las nuevas oleadas de biología molecular, ¿los cambios organizacionales se orientarán hacia estructuras más integradas, hacia la externalización de actividades o etapas o hacia nuevas modalidades de organización en red?
3. ¿Cuáles son los cambios institucionales que serán necesarios para responder en esa dirección? ¿Qué configuración de los derechos de propiedad intelectual? ¿Qué modalidades de aprobación? ¿Qué configuración del sistema de salud pública?
4. ¿En qué medida las empresas avanzarán hacia un modelo de articulación entre I+D y producción en una base nacional o aprovecharán las ventajas de la infraestructura nacional de CyT para avanzar en un proceso de transnacionalización?

La respuesta a estos interrogantes permitirá establecer en qué medida estas experiencias individuales permiten generar efectos de retroalimentación dinámica que den lugar a la estructuración de un sistema sectorial de innovación con efectos en la inserción internacional de la industria de la salud argentina.

## Bibliografía

Aguiar, D.; Fressol, M. y Thomas, H. (2006). “Del laboratorio de investigación al laboratorio de producción. La construcción de una empresa de biotecnología recombinante en un país subdesarrollado”, VI Jornadas ESOCITE.

- Arundel, A.; Crespi, G. y Patel, P. (2006). "Biotechnology", Scoping Paper. Europe Innova.
- Bercovich, N. y Katz, J. (1990). *Biotecnología y economía política: estudios del caso Argentino*, Buenos Aires: CEAL-CEPAL [ECLAC].
- Bercovich, N. y Katz, J. (2009). *Biotecnología y economía política: estudios del caso Argentino*, Buenos Aires: CEAL-CEPAL.
- Bisang, R.; Gutman, G.; Lavarello, P.; Sztulwark, S. y Díaz, A. (2006). *Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina*, Buenos Aires: Prometeo-UNGS.
- CEP, Centro de Estudios para la Producción (2008). "La industria farmacéutica en la Argentina: goza de buena salud", Buenos Aires: Secretaría de Industria, Comercio y Pyme.
- Cimoli, M. y Primi, A. (2007). "Technology and intellectual property: a taxonomy of contemporary markets for knowledge and their implications for development", ECLAC-WIPO Regional Experts' Meeting on IP Systems and Technological, Management in Open Economies: towards a strategic vision for Latin America, CEPAL, Santiago de Chile.
- Cockburn, I. y Stern, S. (2010). "Finding the endless frontier: Lessons from the life science innovation system for technology policy", *Capitalism and Society*, vol. 5, nº 1.
- Coriat, B. y Orsi, F. (2002). "Establishing a new intellectual property rights regime in the United States: Origins, content and problems", *Research Policy*, 31, 1491-1500.
- Coriat, B.; Orsi, F. y Weinstein, O. (2003). "Does biotech reflect a new science-based innovation regime?", *Industry and Innovation*, vol. 10, nº 3, 231-253, ABI/INFORM Global.
- De Desai, J. (2009). "Bridges that Indian biosimilar makers must cross to prosper in international markets", *GEN*, 7 de agosto, EGA.
- Díaz, A.; Krimer, A. y Medina, D. (2006). "Salud humana: de la industria farmacéutica a los biofármacos", en Bisang, R.; Gutman, G.; Lavarello, P.; Sztulwark, S. y Díaz, A. *Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina*, Buenos Aires: Prometeo-UNGS.
- Dosi, G. (1984). *Technical change and industrial transformation*, Londres-Nueva York: Macmillan.

- Dosi, G. (1988). "The nature of innovation processes", en Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.R.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical change and economic theory*, Londres-Nueva York: Pinter.
- EGA, European Generic Medicines Association, [www.egagenerics.com](http://www.egagenerics.com)
- Gutman, G. y Lavarello, P. (2007). "Moderna biotecnología en América Latina: oportunidades en los sistemas agroalimentarios", Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Documento de Trabajo.
- Gutman, G.; Lavarello, P. y Roisinblit, D. (2006). "La promoción pública de actividades de investigación y desarrollo en biotecnología en Argentina", en Bisang, R.; Gutman, G.; Lavarello, P.; Sztulwark, S. y Díaz, A. *Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina*, Buenos Aires: Prometeo-UNGS.
- Gutman, G. y Petelski, N. (2010a). "Amega Biotech. Desarrollo de biosimilares a partir de una organización empresarial en red", Proyecto PICT 1833 "Potencialidades de la biotecnología para el desarrollo industrial en Argentina", mimeo.
- Gutman, G. y Petelski, N. (2010b). "Biosidus. El caso de una empresa biotecnológica pionera en América Latina en la producción de biosimilares", Proyecto PICT 1833 "Potencialidades de la biotecnología para el desarrollo industrial en Argentina", mimeo.
- Heller, M.A. y Eisenberg, R.S. (1998). "Can patents deter innovation? The anticommens in biomedical research", *Science*, 280, 698.
- Hopkins, M.; Martin, P.; Nightingale, A. y Mahdia, S. (2007). "The myth of the biotech revolution: An assessment of technological, clinical and organizational change", *Research Policy*, 36, 566-589.
- Lavarello, P. y Cappa, M. A. (2010). "El caso de desarrollos oncológicos de CHEMO-UNQ: internacionalización a partir de las complementariedades locales entre los sectores de sanidad animal y salud humana", Proyecto PICT 1833 "Biotecnología y desarrollo industrial en Argentina", mimeo.
- Lavarello, P. y Jelinski, F. (2010). *Convergencias tecnológicas, redes de conocimiento y estrategias de las grandes empresas multinacionales de biotecnología industrial: abordaje desde indicadores de patentes*, CEUR, Documento de Trabajo nº 2. Disponible en: [www.ceur-conicet.gov.ar](http://www.ceur-conicet.gov.ar)

- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1997). "Technological regimes and sectoral patterns of innovative activity", *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, n° 1.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (2002). "Innovation and market structure in the pharmaceutical and biotech: Towards an historic friendly approach", *Industrial and Corporate Change*, 11.
- Orsenigo, L. (1999). *The emergence of biotechnology*, Nueva York: St Martin's Press.
- Orsi, F. y Coriat, B. (2006). "The new role and status of intellectual property rights in contemporary capitalism. A view from the regulation theory", *Competition and Change*, special issue.
- Patel, P. y Pavitt, K. (1990). "Large firms in the production of the world's technology: An important case of 'non globalisation'", Science Policy Research Unit Discussion Paper, University of Sussex, enero.
- Pavitt, K. (1984). "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, 13, 343-374.
- Pavitt, K. (1998). "Technologies, products and organization in the innovating firm: What Adam Smith tells us and Joseph Schumpeter doesn't", *Industrial & Corporate Change*, 1998, 7(3), 433-452.
- Perez, C. (2001). "El cambio tecnológico y las oportunidades de desarrollo como blanco móvil", *Revista de la CEPAL*, n° 75, diciembre.
- Pisano, G. (2006). *Science business. The promise, the reality and the future of biotech*, Boston: Harvard Business School Press.
- Van Beuzekom, B. y Arundel, A. (2006). *Biotechnology statistics*, París: OCDE.
- Zika, E.; Papatryfon, I.; Wolf, O.; Gómez-Barbero, M.; Stein, A. y Bock, A.K. (2007). *Consequences, opportunities and challenges of modern biotechnology in Europe*. JRC Reference Reports, European Commission, Luxemburgo: Institute for Prospective Technological Studies.



# La innovación como una propiedad emergente de un sistema complejo: la relevancia de las capacidades de absorción y conectividad

GABRIEL YOGUEL\*

---

## Introducción

Este artículo presenta un esquema analítico y conceptual que vincula el grado de complejidad de un sistema de innovación (SI) con el nivel de desarrollo alcanzado. El SI está constituido por firmas que pertenecen a distintos sectores, instituciones con diferentes capacidades y por los vínculos que entablan entre ellas.<sup>1</sup> Cada SI tiene una precisa configuración productiva en términos de su composición sectorial y de la relevancia alcanzada por las eficiencias keynesiana, schumpeteriana y factorial (Dosi *et al.*, 1990; ECLAC, 2012, Barletta *et al.*, 2012).

Tal como se presentara en el artículo de Barletta *et al.*, la eficiencia keynesiana (EK) hace referencia a un patrón de comercio basado en una

---

\* Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina.

1 Nuestra definición de SI incluye una amplia variedad de configuraciones que van desde las redes productivas débilmente articuladas hasta las muy articuladas; y desde sistemas sectoriales, locales y nacionales de innovación hasta cadenas globales de valor.

canasta de productos con elevada elasticidad ingreso de la demanda. Por su parte, la eficiencia schumpeteriana (ES) corresponde a un perfil de especialización con elevadas oportunidades tecnológicas y retornos crecientes de tipo dinámico. Por el contrario, la eficiencia factorial (EF) refleja solamente ventajas estáticas derivadas de factores productivos abundantes. Es importante señalar que las EK y ES no necesariamente igualan un perfil de especialización de tipo ricardiano o del tipo Heckscher Ohlin Samuelson (HOS) debido a que, especialmente en los países en desarrollo, los precios relativos asociados a un patrón de especialización del tipo HOS no son compatibles con los precios relativos necesarios para desarrollar sectores con ES.<sup>2</sup>

En ese contexto, es posible encontrar SI de desigual virtuosidad en función de la presencia y combinación de diferentes patrones de especialización sectorial y de otros rasgos del sistema. Los casos más virtuosos combinan ES y EK. Además, el sendero evolutivo de construcción de capacidades tecnológicas determina sus posibilidades de aumentar la ES endógenamente,<sup>3</sup> lo que requiere que se generen procesos de cambio estructural. La presencia de firmas con elevadas capacidades aumenta su habilidad para aprovechar las crecientes oportunidades externas que se derivan de una demanda de elevado dinamismo, lo que significa la presencia de EK.

Esto puede dar lugar a retroalimentaciones positivas entre EK, ES y las capacidades tecnológicas (Dosi *et al.*, 1990; CEPAL, 2012, Barletta *et al.*, 2012). El marco teórico propuesto en este trabajo también considera la presencia de alta heterogeneidad intrasectorial entre las empresas en función de sus capacidades tecnoorganizacionales y los vínculos que establecen con otras organizaciones (firmas e instituciones). En la siguiente sección se presenta el enfoque de sistema complejo con el fin de abordar la relación entre las capacidades de absorción y conectividad, los resultados de la innovación y la performance de la empresa. En la segunda sección se retoman, de forma estilizada, algunos resultados empíricos presentados en los artículos anteriores que dan cuenta de la relación con esas dimensiones. Por último, en la tercera sección se analizan algunas implicaciones de política y se plantean las observaciones finales.

---

2 Esto aplica más a los sistemas nacionales de innovación que a los de tipo sectorial.

3 Cuando el aumento de capacidades tecnológicas se manifiesta en sectores con encadenamientos con proveedores y clientes, es posible que se pueda abrir un sendero hacia el cambio estructural. Sin embargo, el mismo sendero puede ser alcanzado cuando el aumento en EK se deriva de sectores orientados a la exportación con fuertes encadenamientos hacia atrás.

## El enfoque de sistemas complejos: la relación entre capacidades endógenas de las firmas, vínculos, resultados de la innovación y performance económica

Un sistema de innovación es un sistema complejo ya que puede ser descrito por los siguientes cinco atributos (Dopfer, 2011; Metcalfe, 2007; Antonelli, 2011; Silverberg *et al.*, 1988): 1) existen interacciones no lineales entre sectores, empresas e instituciones que pueden conducir a la aparición de reacciones positivas derivadas de estas interacciones; 2) estas retroalimentaciones positivas dan lugar a rendimientos crecientes; como consecuencia de ello, los diferentes sistemas pueden mostrar senderos evolutivos divergentes no ergódicos; 3) las empresas son capaces de reaccionar de forma creativa o adaptativa a los cambios en las condiciones del sistema; en palabras de Schumpeter (1947), significa que hay agentes que pueden mostrar un comportamiento creativo que no se puede anticipar; 4) el nivel de desarrollo de las capacidades de las empresas y las características del sistema de innovación productiva al que pertenecen explica por qué las reacciones de las empresas pueden ser creativas o adaptativas; y 5) las propiedades emergentes de los sistemas derivan tanto de las características micro de las organizaciones como del sistema de innovación en su conjunto. Algunas de estas propiedades son la innovación y, luego, el cambio estructural y el *arreglo institucional* (*institutional set-up*).

Desde esta perspectiva, la innovación como propiedad emergente es el resultado combinado de: a) las interacciones entre las empresas y las retroalimentaciones entre las capacidades de absorción y conectividad, y b) las condiciones estructurales del sistema definidas por dos procesos: la competencia y la causalidad acumulativa. El proceso de competencia incluye la destrucción creativa y la apropiación de cuasi rentas tecnológicas en la tradición de Schumpeter y Metcalfe. Un proceso de competencia que funcione en el sentido de Metcalfe premia a las empresas que presentan altas tasas de innovación. Además, el proceso de causación acumulativa (en la tradición de Smith, Young y Kaldor) explica cómo la extensión del mercado y los rendimientos dinámicos crecientes dan lugar a un aumento de la productividad.<sup>4</sup> Esto, a su vez, provoca un cambio en la especialización productiva hacia el desarrollo de actividades con EK. Los procesos de competencia y la causalidad acumulativa no son independientes. La

---

4 De todas maneras, en algunos sectores exportadores presentes en los países en desarrollo (acero, autopartes, entre otros), el proceso de causación acumulativa y la eficiencia keynesiana pueden dar lugar a un aumento de las capacidades de absorción y de conectividad y luego a *feedback* positivos. En esos casos, se pueden reducir tanto el gap de escala como el de productividad.

expansión de los mercados lleva a la entrada de nuevas empresas y a la aparición de nuevos productos y procesos que se seleccionan a través de procesos competitivos.<sup>5</sup> Cuando los procesos de competencia y de causación acumulativa operan conjuntamente, conducen al predominio de sectores con EK y ES. En este caso, el patrón de especialización conduce a un sendero de desarrollo.

Las retroalimentaciones entre este conjunto de dimensiones pueden hacer frente a los bloqueos que se producen cuando el patrón de especialización es impulsado por una eficiencia estática asociada a la dotación factorial (HOS). Por lo tanto, si la liberalización y los precios internacionales no coinciden con las ES y EK, prevalecen reducidas capacidades de absorción y conectividad, lo que limita la importancia de la retroalimentación positiva macro-micro y meso-micro. En estos casos, solo las capacidades tecnológicas individuales pueden explicar la aparición de innovaciones. Como consecuencia, las reacciones adaptativas centradas en ajustes de los recursos destacan sobre las reacciones creativas, las que se limitan a un número acotado de organizaciones de alta capacidad. Por lo tanto, aunque existen algunas organizaciones con reacciones creativas, no hay una masa crítica de sectores y grupos sociales que juegan contra las reglas. Además, las interacciones entre sectores podrían perderse a causa de la debilidad o la ausencia, en el patrón productivo local, de sectores vinculados por compras y ventas. Al mismo tiempo, los bajos niveles de los procesos de causación acumulativa y competencia limitan la retroalimentación macro-micro y el impacto en la estructura micro-meso. Como consecuencia, la estructura institucional no favorece el desarrollo de procesos de innovación. Por último, el patrón de especialización permanece atrapado en una eficiencia derivada de la dotación factorial, lo que limita las oportunidades de ES y EK.<sup>6</sup> Por lo tanto, siguiendo este planteamiento, el patrón de especialización depende de las dimensiones micro, meso y macro y condiciona el proceso de desarrollo.

### **Algunas evidencias empíricas**

En esta sección se muestran algunas evidencias empíricas para el caso argentino utilizando el enfoque de sistemas complejos presentado anteriormente. A pesar de que son temas relacionados con la Argentina,

---

5 En estos casos, los procesos de causación acumulativa pueden derivar de la estrategia exportadora.

6 Es una trampa porque la estructura productiva, dominada por la EF, genera rentas y una configuración institucional que impide el cambio de eje de las políticas.

pueden reflejar la relación entre las capacidades y los resultados de la innovación y el desempeño de otros países en desarrollo. En esa dirección, se presenta un resultado derivado de un ejercicio econométrico aplicado a los sectores industriales y de servicios de mayor crecimiento desde la devaluación del 2002 (Erbes *et al.*, 2010) y tres resultados incluidos en este libro que discuten el desarrollo de capacidades en el caso de los determinantes de la productividad de pymes (Robert *et al.*), el efecto del desarrollo de capacidades de absorción y conectividad y de las ES y EK en firmas exportadoras argentinas (Barletta *et al.*) y el análisis dinámico del resultado de los procesos innovativos a partir del estudio de la persistencia y su relación con las conductas innovativas de las firmas (Suárez).

El primer ejemplo se basa en la evidencia empírica reciente sobre los vínculos entre las capacidades de absorción y conectividad y los resultados de innovación de 403 empresas pertenecientes a diferentes redes productivas en la Argentina utilizando modelos Bioprobit (Erbes *et al.*, 2010).

El ejercicio econométrico muestra algunos resultados interesantes: la capacidad de absorción explica la calidad de los vínculos con instituciones intermedias y con las universidades y centros tecnológicos. A su vez, la presencia de *feedbacks* positivos en ambos casos refleja el proceso de reindustrialización registrado en la Argentina desde 2002. Al mismo tiempo, los modelos muestran que se requiere la presencia de un umbral mínimo de capacidades de absorción para acceder a los vínculos de calidad con instituciones intermedias y con las universidades y centros tecnológicos. Sin embargo, no existe una relación, y por lo tanto no hay retroalimentación, entre la capacidad de absorción y los vínculos que entablan con otras empresas. Este resultado muestra la debilidad de las redes productivas en los países en desarrollo como la Argentina, no solo por la ausencia de retroalimentación, sino también por la ausencia de una relación entre las capacidades y la construcción de vínculos de calidad entre las empresas.<sup>7</sup>

Como se planteó en el marco teórico, en un sistema complejo, la relación entre la capacidad de absorción y la conectividad se refleja en la existencia de una intensa destrucción creativa y una apropiación de cuasi rentas, que

---

7 Varios trabajos empíricos realizados en otros países en desarrollo de América Latina revelan que, tanto durante los períodos de crecimiento como durante los de estancamiento económico, las competencias tecnológicas y organizacionales son débiles y las empresas no están adecuadamente interconectadas (Arza y López, 2008; Kupfer y Avellar, 2008; Benavente y Contreras, 2008; Garrido Padilla y 2008; Bianchi *et al.*, 2008; Crespi, 2008; Cimoli *et al.*, 2008a; entre otros). Al mismo tiempo, la conectividad de los agentes, tanto entre sí como con las instituciones del sistema nacional de innovación, es reducida. Estos estudios también muestran que hay una especie asociación no virtuosa entre las competencias y los vínculos.

a su vez pueden dar lugar a procesos de cambio estructural. Se estimaron dos modelos en los que las capacidades de absorción y conectividad se consideraron variables explicativas de los resultados de innovación. Al igual que en el primer grupo de modelos, las estimaciones fueron controladas por el tamaño de los agentes, la inversión extranjera directa y las redes de producción a las que pertenecían. Estos modelos se han corregido también por endogeneidad. En ambos casos, solo el nivel de la capacidad de absorción de las empresas explica la importancia alcanzada por los resultados de la innovación de producto, proceso, organización y comercialización. Estos resultados demuestran que solo las capacidades individuales de las empresas son centrales en la explicación de los resultados de la innovación.

El segundo ejemplo discute la relación existente entre las capacidades tecnológicas de las pymes y el tipo de eficiencia sectorial prevaleciente en el perfil de comercio internacional usando una muestra de 2500 firmas que cubre la crisis del 2008 y los años siguientes.

Este trabajo parte de un marco analítico que combina elementos del enfoque evolucionista (Nelson y Winter, 1982; Cohen y Levinthal, 1989; Dosi, 1991; Dosi *et al.*, 1990; Freeman, 1982; Lall, 1994; 2001), las escuelas antiguas y nuevas de desarrollo económico (Prebisch, 1949; Hirschman, 1957; Guerrieri y Milana, 1995; Ocampo, 2006; Palma, 2005; Ross, 2005; Reinert, 2007; Cimoli *et al.*, 2010) y las perspectivas de la complejidad que se aplican a la economía de la innovación (Arthur, 1989; 1999; Foster, 2005; Antonelli, 2007; Metcalfe *et al.*, 2003). Se parte de la idea de que el patrón de especialización comercial depende de las siguientes dimensiones: su trayectoria tecnológica, las vinculaciones que las empresas mantienen con otras empresas e instituciones, la existencia o ausencia de EK, ES y EF a nivel sectorial y algunos elementos clave de la dinámica macroeconómica: la relación tasa de cambio-salarios y la política comercial y fiscal. Además, desde la perspectiva de la complejidad, los mecanismos de retroalimentación entre estas dimensiones tienen probabilidad de existir. Por lo tanto, la performance exportadora depende de la retroalimentación entre las capacidades, los vínculos, los esfuerzos de innovación y las eficiencias sectoriales. Desde esta perspectiva, los autores argumentan que existe una compleja relación entre las capacidades y la performance exportadora, lo que significa que se debe alcanzar un umbral mínimo de capacidades para poder entrar en los mercados internacionales y generar retroalimentación entre estas dimensiones. La evidencia empírica muestra que la probabilidad de que las empresas accedan a los mercados extranjeros depende tanto de su nivel de capacidad tecnológica como de la combinación de altas capacidades con ES y EK a nivel sectorial. Al mismo

tiempo, los niveles que pueden alcanzar estas capacidades dependen de los esfuerzos de innovación de las empresas, de la adquisición de bienes de capital, de la adquisición de conocimiento externo, del diseño, de la capacitación y de los esfuerzos de certificación de calidad. Por otro lado, las capacidades tecnológicas de las empresas dependen de la existencia de vínculos con instituciones científico-técnicas (Instituto Nacional de Tecnología Industrial [INTI], Fondo Tecnológico Argentino [FONTAR] y universidades).

Esta evidencia sobre los vínculos con las organizaciones científicas y tecnológicas es novedosa en comparación con la situación que enfrentaban las pymes en la década de 1990. En ese período, las instituciones antes mencionadas no tenían un efecto positivo en la dinámica de las exportaciones. Los aumentos de eficiencia se basaban principalmente en las estrategias de reducción de costes en lugar de mejora de las capacidades. A su vez, los modelos estimados muestran la existencia de una retroalimentación positiva entre las capacidades y el comportamiento exportador. Esto revela que la empresa debe alcanzar un umbral mínimo de capacidad para insertarse en el mercado externo, y que esto mejora su capacidad de inserción inicial. Esta retroalimentación es otra de las novedades con respecto a la década de 1990, pero también revela una creciente brecha tecnológica entre las pymes.

Otra medida de los resultados de exportación utilizados en los modelos estimados es el coeficiente de exportación. En este caso, el nivel del coeficiente de exportación depende tanto de las capacidades tecnológicas y de las interacciones entre las capacidades de las empresas con EK y ES tomadas en conjunto. En contraste, la combinación de las capacidades altas y la EF no es significativa, lo que podría explicarse por el hecho de que la mayoría de las empresas de los sectores con EF tienen bajas capacidades. En este contexto, el desafío actual que enfrentan las pymes industriales es desarrollar sus capacidades y un aumento simultáneo de la ES y la EK. En definitiva, el desafío consiste en asegurar que los casos aislados virtuosos generen una masa crítica capaz de provocar un cambio estructural en el patrón del comercio sobre la base de la construcción de ventajas absolutas derivadas de este tipo de eficiencia.

En el tercer ejemplo se analiza el impacto de los micro, meso y macro determinantes del crecimiento de la productividad utilizando la misma base de datos que en ejemplo anterior, pero para el período 2006-2008. A nivel micro, el modelo muestra que los cambios en la productividad están relacionados con las innovaciones de proceso. Este resultado pone de relieve la importancia de la dinámica *path dependence* en la acumulación de

capacidades productivas. Al mismo tiempo, el desarrollo de la capacidad de absorción y los vínculos son claves para explicar los resultados de la innovación, y también es estable en un vínculo indirecto entre el desarrollo de las habilidades y el crecimiento de la productividad. En el nivel meso, el modelo muestra que la posición de la empresa en su espacio competitivo tiene un efecto no lineal sobre el cambio de la productividad. Los datos revelan que las empresas que tienen niveles muy por encima o muy por debajo de la productividad media de la industria muestran aumentos de la productividad, aunque por razones diferentes. Entre las de baja productividad, se ha detectado un conjunto de empresas con respuestas creativas que se manifiestan en una alta propensión a innovar. Entre las de alta productividad, lo característico es tener una alta propensión a innovar como resultado de su trayectoria sendero dependiente. Esto demuestra la presencia de reacciones creativas y adaptativas de las empresas a lo largo de su sendero evolutivo. A su vez, al examinar el factor macro a partir de la evolución de la demanda interna, esta variable no parece haber desempeñado un papel clave en la dinámica de la productividad de las firmas. En este sentido, los resultados muestran que las reacciones heterogéneas a los cambios en la demanda han prevalecido.

El cuarto ejemplo arroja luz sobre los determinantes endógenos de la competencia basada en la innovación y la existencia de cambios en las estrategias de las empresas como reacciones adaptativas a los cambios del entorno. Suárez analiza la relación entre las innovaciones pasadas y presentes para un grupo de empresas industriales argentinas durante el período 1998-2006. La autora encuentra que, para hacer frente a la inestabilidad del sistema argentino, algunas empresas han aprendido y acumulado competencias específicas que les permitieron entrar en trayectorias de aprendizaje que dieron lugar a innovaciones. Se identifican, a la vez, empresas que cambiaron su comportamiento innovador después de un brusco cambio en el entorno macroeconómico, con un impacto positivo y significativo sobre los resultados de la innovación. Por último, se suministra evidencia que muestra que algunas empresas lograron sobrevivir todo el ciclo con una estrategia competitiva no basada en la innovación, lo que constituye una señal de la debilidad de los mecanismos de selección de los mercados.

En esta misma línea, los resultados empíricos muestran que la persistencia innovativa predicha por la teoría se asocia con conductas innovativas de elevado dinamismo, con gastos balanceadas entre la creación endógena de conocimiento y la adquisición externa en la forma de bienes de capital y la existencia de una trama densa de vinculaciones con el sistema nacional

de innovación. Sin embargo, entre las firmas con una conducta innovativa sostenida en el tiempo, el cambio en las reglas de juego y el entorno competitivo posdevaluación impactaron en el sendero de innovaciones disminuyendo las probabilidades de persistencia. En otras palabras, las trayectorias previas determinaron un efecto *lock-in* que requirió ajustes en la estrategia innovativa. Entre las nuevas innovativas, esto es, firmas que adquirieron una conducta innovativa dinámica frente al nuevo escenario macro, se observan elevadas probabilidades de persistencia, que también se asocian con inversiones en innovación. Entre estas nuevas firmas, se observa un proceso de *catch-up* en materia de esfuerzos y recursos humanos tal que hacia el final del período en estudio, sus características innovativas se igualan a las de aquellas firmas con una mayor trayectoria innovativa.

En suma, todos los ejemplos muestran algunas luces y sombras en el reciente período de fuerte expansión de la economía de la Argentina, durante el cual el PIB ha estado creciendo a una tasa superior al 7% anual desde 2002. Se observó: a) la relación positiva entre la capacidad de absorción, los resultados y los resultados de la innovación en el mercado, en términos de productividad y comercio; b) la existencia de algunas reacciones entre la performance de las firmas en el mercado y sus capacidades, y c) la retroalimentación positiva que se encuentra en la relación existente entre las capacidades de absorción y los vínculos con las instituciones intermedias y las universidades y centros tecnológicos. Por el contrario, no se encontraron retroalimentaciones entre las capacidades de absorción de las firmas y los vínculos que entablan.

## Políticas y conclusiones finales

El enfoque de sistemas complejos y los ejemplos empíricos presentados antes pueden explicar por qué la divergencia y la heterogeneidad son las principales tendencias en la economía mundial. Desde una perspectiva tanto teórica como empírica, hemos destacado que, para generar un sendero de desarrollo, los países en desarrollo enfrentan el desafío de construir capacidades de absorción y conectividad y, a la vez, de aumentar la importancia de los procesos de competencia –apropiación de cuasi rentas y destrucción creativa– y de causación acumulativa. Para que esto suceda, se deberían generar retroalimentaciones positivas entre capacidades y entre estas y los procesos mencionados anteriormente. Como se mostró en la sección previa, el reducido nivel de las propiedades emergentes en los países en desarrollo podría ser el resultado de: a) barreras a la construcción de capacidades de absorción y conectividad, b) la reducida relevancia de

los procesos de causación acumulativa, y c) la limitada importancia de las retroalimentaciones entre este conjunto de dimensiones.

Como consecuencia de ello, los esfuerzos desincorporados de innovación son escasos, el marco institucional no es propicio para la innovación y el patrón de especialización se caracteriza por la escasa importancia de las actividades con ES y EK. Por lo tanto, el progreso técnico es básicamente de tipo incorporado. Desde la perspectiva de sistemas complejos, los rendimientos crecientes operan principalmente en los eslabones de la cadena de valor que son intensivos en conocimiento (industria y servicios). Pero, como muchos de estos productos y servicios se producen generalmente en los países desarrollados, los eslabonamientos nacionales hacia atrás son muy débiles y las externalidades pecuniarias se generan con poca participación de los actores locales. Además, debido a esta configuración especial de la cadena de valor, la ausencia de procesos de solución de problemas no triviales conduce a lo que se denomina la trampa del conocimiento.

El marco analítico basado en la teoría de sistemas complejos aplicado a la economía de innovación también ofrece un marco apropiado para el debate de las políticas industriales desde una perspectiva sistémica (Cimoli *et al.*, 2008). Desde este enfoque, las políticas industriales deben ser capaces de definir la dirección de los procesos de competencia y de causalidad acumulativa y fomentar las capacidades de absorción y conectividad. Esas políticas deben promover la formación de una masa crítica de agentes que juegan contra las reglas, ya sea que pertenezcan al sector público, sean incumbentes o nuevos agentes. En este sentido, las políticas industriales y tecnológicas deberían tener en cuenta algunas de estas dimensiones si se quiere alcanzar el objetivo de aumentar los niveles de capacidades y procesos, y por lo tanto crear un potencial para el desarrollo. En particular, suponiendo que el sistema económico es un sistema complejo, se debe introducir un conjunto de problemas específicos. Por ejemplo, los resultados de la intervención política podrían ir más allá del control de las agencias y de las decisiones de los *policy makers*.

Debe también tenerse en cuenta que los *policy makers* deberían aprender de las intervenciones anteriores ya que la política debe ser considerada como un proceso experimental y dinámico (Metcalf *et al.*, 2003). Este carácter experimental de la política es crucial. Con el fin de desarrollar las capacidades de absorción y difundir conocimiento e información dentro y entre empresas y redes de producción, se deben crear incentivos para el desarrollo de competencias tecnológicas endógenas, que son los principales determinantes de la innovación y de la cooperación con las organizaciones científicas y tecnológicas (Vega-Jurado *et al.*, 2008). Ci-

moli *et al.* (2008) plantearon que la capacidad de absorción condiciona la posibilidad de generar procesos de emulación, que también dependen del régimen de apropiación y del patrón de especialización. También hicieron hincapié en que la acumulación de capacidades y conocimientos implica no solo mejoras en las habilidades de los trabajadores y profesionales, sino también en las rutinas de las organizaciones. Los esfuerzos educativos son cruciales, pero desde una perspectiva organizacional, las políticas deberían estar orientadas a solucionar las permanentes incapacidades para encontrar oportunidades. Por último, pero no menos importante, el aumento de la capacidad de absorción requiere hacer hincapié en la importancia de la resolución no trivial de problemas (Nelson y Winter, 1982). En sus palabras, “una forma en la que el funcionamiento ordinario de una organización puede contribuir a la aparición de la innovación es que surjan preguntas útiles en forma de rompecabezas o anomalías relacionadas con las rutinas prevaletentes”. Y añaden: “Cada nuevo logro no es más que la respuesta a un problema particular, pero también un elemento nuevo en el gran almacén de componentes que están disponibles para su uso en nuevas combinaciones, en la solución de otros problemas en el futuro”.

El desarrollo de las capacidades de conectividad requiere que se establezcan vínculos entre las empresas e instituciones desde la perspectiva de un modelo no lineal de innovación (Stokes, 1997). Por un lado, las políticas deben estar orientadas a mejorar el posicionamiento de los agentes locales en la jerarquía de la cadena de valor global o la arquitectura de las conexiones a las que pertenecen dando lugar a reacciones positivas y externalidades pecuniarias. Esto implica el desarrollo de una política pública que tome en cuenta las relaciones del o los núcleos de las redes con clientes y proveedores de bienes y servicios. En este sentido, es necesario mejorar la producción, circulación y apropiación de conocimientos con el fin de crear ventajas competitivas dinámicas. Por otro lado, la política debe considerar el desarrollo de vínculos universidad-empresa dentro de un marco que va más allá de las concepciones de la demanda y oferta individuales y la formación de recursos humanos. Esto requiere el establecimiento de prioridades de investigación básica orientada hacia áreas de vacancia, el desarrollo de las funciones de traducción entre los agentes en materia de lenguajes y el descubrimiento de nuevos contextos. Todas estas acciones deben complementarse con el desarrollo de la infraestructura del libre acceso a las TIC.

En términos de los procesos mencionados, son necesarios profundos cambios institucionales para aumentar su nivel de complejidad y superar los bloqueos a la dinámica de retroalimentaciones positivas. Los objeti-

vos de la política deberían ser, entonces, crear las condiciones y reglas que promuevan las acciones de los agentes nuevos o incumbentes que jueguen contra las reglas. Por lo tanto, la política industrial en un sentido amplio debe tener la capacidad política de crear rentas y conducirlas hacia los actores y agentes capaces de generar cambios estructurales, generar procesos de destrucción creativa y contribuir a los procesos de causalidad acumulativa.

Para mejorar el proceso de competencia se requiere trabajar en los determinantes de la destrucción creativa mucho más que en las estrategias de captación de rentas y trabajar en la apropiación de las cuasi rentas provenientes del desarrollo de los procesos de aprendizaje. Las acciones orientadas hacia la mejora de los procesos de destrucción creativa deberían estar relacionadas con el aumento del peso de los actores intensivos en conocimiento a través de la selección de los sectores con potencial para el desarrollo –que incorporan cada vez más el conocimiento– y la promoción de nuevos sectores. Esto requiere aplicar una política vertical que elevaría el nivel de conocimiento de la estructura productiva actual y modificar el perfil de especialización mediante el aprovechamiento de las curvas de aprendizaje asociadas a sectores claves en el nuevo paradigma. Por lo tanto, la política vertical debe estar centrada en:

- a) La creación de nuevas instituciones y la mejora y la articulación de las instituciones existentes que promueven la innovación y las mejoras en las capacidades de las empresas tecnológicas. Deberían incluir también diferentes niveles, desde las mejoras en la educación básica hasta el desarrollo de las capacidades tecnológicas y organizativas complejas y las rutinas.
- b) La promoción de los procesos de aprendizaje y la competencia entre los agentes.
- c) La generación de fallas de mercado dinámicas y procesos de acumulación tecnológica con externalidades positivas.
- d) Los incentivos para innovar y para crear mecanismos institucionales que reduzcan la fallas de selección y permitan aumentar el número de agentes que juegan contra las reglas.

A su vez, todas estas políticas implican el desarrollo de incentivos para crear rutinas complejas con el fin de aumentar la protección del conocimiento y permitir una mayor apropiación de las cuasi rentas derivadas de las barreras a la entrada, de la competencia imperfecta y de la evolución de las rentas monopólicas provenientes de la emulación (*catching-up*).

Con el fin de mejorar el virtuosismo de procesos de apropiación, la presencia de bienes públicos se convierte en una cuestión clave ya que estos constituyen un insumo básico para el desarrollo de los bienes club. Para ello, es necesario mejorar el sistema de educación—sobre todo en los niveles primario y secundario— para evitar el aumento de los mecanismos de selección perversa y crear igualdad de oportunidades en el acceso a la educación terciaria. Desde la perspectiva de los determinantes de la apropiación de las cuasi rentas, las políticas deberían centrarse en un aumento significativo en la acumulación de conocimientos incorporados en la producción de bienes y servicios. Esto implica no solo el aprovechamiento de las fuentes externas a la empresa mediante la mejora de las interfaces con el sistema científico, sino también la mejora de las competencias internas mediante la consolidación de las competencias básicas de los agentes y la circulación de información y conocimiento tanto dentro de las empresas como de las redes a las que pertenecen. Esto implica desarrollar instituciones que permitan la apropiación de conocimiento, desarrollar un sistema de derechos de propiedad intelectual y reforzar las formas alternativas de protección endógena, tales como una elevada innovación y altas capacidades cognitivas, lo que permite a los agentes formar parte de comunidades epistémicas en las que circulan bienes club.

A su vez, el cambio estructural como una propiedad emergente requiere: a) importantes esfuerzos para promover el aprendizaje de la industria naciente (Cimoli *et al.*, 2008) y para generar procesos de emulación, especialmente en los sectores vinculados al actual paradigma tecnoorganizacional; b) inducir un perfil complejo de especialización en bienes y servicios, que permita aumentar el peso de los sectores con EK y ES y que conduzca a altos niveles de productividad; y c) desarrollar complementariedades productivas y de conocimiento entre los agentes. En ambos casos, la creación y consolidación de estructuras organizativas que conectan el mercado y las empresas—como los diferentes tipos de redes—son cuestiones claves. Estas estructuras organizacionales tienen un papel importante en la promoción de la complementariedad entre los agentes e instituciones que actúan como traductores y/o instituciones puentes (Casalet, 2005). Por otra parte, para hacer estos procesos más dinámicos, se debe discutir el patrón de especialización, promover el desarrollo de las actividades con rendimientos crecientes y conseguir aumentos de productividad que podrían extenderse a otras actividades. A su vez, estas actividades favorecen un patrón de especialización en el comercio exterior más virtuosa en términos de conocimientos incorporados en productos y servicios.

Una estrategia de desarrollo deliberado que implique la inclusión social y la equidad es vital. Esta cuestión requiere el aumento de la importancia de los sectores dinámicos intensivos en EK y ES, sin caer en la “trampa de conocimiento” subrayada por Arocena y Sutz (2005). Esto significa aumentar la importancia de la resolución de problemas no triviales mediante la incorporación de un gran porcentaje de la población con problemas para que participen activamente en la innovación y el desarrollo. El mayor peso de los sectores dinámicos favorecerá los procesos de causación acumulativa. Por lo tanto, el mercado interno también debe extenderse a través de una distribución del ingreso progresiva y los mercados globales deben ser explotados en los eslabones de cadenas globales de valor en las que la elevada demanda se vincule con ES. Para utilizar los términos de Saviotti y Frenken (2008), se requiere el desarrollo tanto de la variedad relacionada con el actual perfil de especialización como de la variedad no relacionada a través del desarrollo de encadenamientos hacia adelante y hacia atrás.

El objetivo final de este tipo de política es avanzar en el camino del desarrollo. Por lo tanto, debido a la sinergia generada por los procesos y capacidades asociados con sistemas complejos, los objetivos de política descritos anteriormente están estrechamente vinculados. La mejora de la gestión del conocimiento mediante la integración de conocimiento tácito y codificado debería tener un impacto directo no solo en el nivel de las capacidades de absorción de los agentes, sino también en sus capacidades de conectividad. En otras palabras, son necesarias herramientas de política que actúen desde la perspectiva tanto de la demanda como de la oferta. Sin embargo, esto también requiere efectuar cambios significativos en la organización de las empresas hacia estructuras más complejas con el fin de hacer competir proyectos en un contexto de relaciones tanto *bottom up* como *top down*. Los cambios en esas direcciones permitirán a las empresas diversificar las fuentes de aprendizaje complementando la inclusión del progreso técnico incorporado con el progreso técnico desincorporado, tales como el desarrollo de actividades formales e informales de investigación y desarrollo, diseño, integración de conocimientos de diferentes áreas de la organización mediante software específico, etcétera.

Por lo tanto, el aumento de la complejidad en la gestión del conocimiento de las empresas debe producir un mayor peso de las patentes, una mayor importancia del conocimiento codificable pero no codificado (libro de códigos desplazado en la visión de Cowan y Foray, 2000) y una mayor velocidad de la innovación que la de las empresas rivales. Finalmente, este conjunto de políticas asociadas con cada uno de los procesos analizados

también tiende a generar un aumento significativo de las capacidades de absorción y conectividad de los agentes. El diseño de estas políticas tiene que moverse a lo largo de un sendero en el que hay una tensión entre los bienes públicos y los bienes club. Por un lado, el conocimiento se está convirtiendo en un bien club de acceso derivado del nivel de desarrollo de las capacidades de absorción y conectividad discutidas en las secciones anteriores. Por otro lado, en el presente paradigma tecnoproductivo intensivo en conocimiento, las posibilidades de desarrollo se asocian con una amplia difusión de los conocimientos en la forma tanto de bienes públicos como de bienes club debido a la creciente importancia de las redes de producción y los vínculos entre agentes. Esta cuestión no implica una incapacidad para captar y generar cuasi rentas, pero sí una mayor apertura en el proceso competitivo (mayor variedad y mejor selección) en el cual las barreras de entrada son generadas a partir de las diferentes competencias de los agentes, por un lado, y por el proceso de competencia –apropiación y destrucción creativa– y el cambio estructural, por el otro. En suma, todas estas dimensiones darían lugar a la aparición de nuevos sectores con EK y ES y a un proceso de retroalimentación tipo Kaldor-Verdoorn.

Por último, como Reinert (1995; 2007) ha sugerido, desde un enfoque neoschumpeteriano, es posible identificar el desarrollo desigual de los países en desarrollo cuando: a) el proceso de apropiación es débil (difusión clásica), b) el patrón de especialización productiva se centra en actividades económicas con bajas tasas de innovación y, por lo tanto, c) el componente de la destrucción del proceso de destrucción creativa predomina sobre el componente creativo. Como consecuencia, este tipo de vías de crecimiento de los países dependerá en gran medida de los precios internacionales de los principales productos que componen el patrón de especialización y no de su capacidad de absorción y conectividad que, a su vez, condiciona la capacidad de los agentes de apropiarse de cuasi rentas vinculadas al conocimiento e innovar. Como consecuencia, las prescripciones de políticas orientadas hacia un patrón de especialización basado en ventajas comparativas estáticas constituyen un lujo que solo los países desarrollados pueden permitirse (Cimoli *et al.*, 2008). Sobre la base de este marco teórico, también es necesario ir más allá de la elección sectorial entre los recursos naturales y los patrones de especialización industrial. Esta elección sectorial puede ser relevante o no, pero el reto es siempre el mismo: generar un proceso de cambio estructural que aumente el peso de los sectores con ES y EK, partiendo más o menos gradualmente del patrón derivado de la eficiencia estática.

## Bibliografía

- Antonelli, C. (2007). "Technological knowledge as an essential facility", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 17, n° 4, agosto, Berlín-Heidelberg: Springer.
- Antonelli, C. (2011). *Handbook on the economic complexity of technological change*, Chetenham: Edward Elgar.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2005). "Evolutionary learning in under development", *Internacional Journal of Technology and Globalization*, 1 (2).
- Arthur, B. (1989). "Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical event", *The Economic Journal*, vol. 99, n° 394.
- Arthur, B. (1999), "Complexity and the economy", *Sciences*, n° 2.
- Arza, V. y López, A. (2008). "The determinants of firms' distant collaboration. Evidence from Argentina 1998-2001", Schumpeter Society Conference ECLAC-IDRC Project on "R&D cooperation and appropriability in Latin American Innovation strategies: empirical evidence and policy implications from National Innovation Surveys", Río de Janeiro, julio.
- Barletta, F.; Pereira, M. y Yoguel, G. (2012). "Eficiencia schumpeteriana, keynesiana y factorial: algunas evidencias sobre la conducta exportadora de firmas industriales argentinas", Globelics Conference, Kuala Lumpur 2011. Disponible en: [www.udesa.edu.ar/sidpa/Files/Barletta\\_Pereira\\_Yoguel.pdf](http://www.udesa.edu.ar/sidpa/Files/Barletta_Pereira_Yoguel.pdf)
- Benavente, J.M. y Contreras, C. (2008). "Cooperation partners in manufacture sector, evidence from the fourth Chilean Innovation Survey", Schumpeter Society Conference ECLAC-IDRC Project on "R&D cooperation and appropriability in Latin American Innovation strategies: empirical evidence and policy implications from National Innovation Surveys", Río de Janeiro, julio.
- Bianchi, C.; Gras, N. y Sutz, J. (2008). "Make, buy and cooperate in innovation: Evidence from Uruguayan manufacturing surveys and other innovation studies", Schumpeter Society Conference ECLAC-IDRC Project on "R&D cooperation and appropriability in Latin American Innovation strategies: empirical evidence and policy implications from National Innovation Surveys", Río de Janeiro, julio.

- Casalet, M. (2005). “Los cambios en el diseño institucional y la construcción de redes de modernización tecnológica”, en Casalet, M.; Cimoli, M. y Yoguel, G. (comps.), *Redes, jerarquías y dinámicas productivas*. México: FLACSO-OIT-Miño y Dávila.
- CEPAL (2012). “Cambio estructural para la igualdad: una visión integrada del desarrollo”, Santiago de Chile. Disponible en <http://www.eclac.cl>
- Cimoli, M.; Dosi, G. y Stiglitz, G. (2008). *Industrial policy and development. The political economy of capabilities accumulation*, Kettering: Initiative for Policy Dialogue, Oxford University Press.
- Cimoli, M.; Porcile, G. y Rovira, S. (2010). “Structural change and the BOP-constraint: Why did Latin America fail to converge?”, *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, nº 2.
- Cimoli, M.; Primi, A. y Rovira, S. (2008a). “Sectoral patterns of learning, technological specificities and innovative behavior in Latin America: A reflection on what can we learn and what we cannot from national innovation surveys”, Schumpeter Society Conference ECLAC-IDRC Project on “R&D cooperation and appropriability in Latin American Innovation strategies: empirical evidence and policy implications from National Innovation Surveys”, Río de Janeiro, julio.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989). “Innovation and learning: The two faces of R & D”, *The Economic Journal*, vol. 99, nº 397, septiembre, 569-596, Blackwell for the Royal Economic Society.
- Cowan, R.; David, P. y Foray, D. (2000). “The explicit economics of knowledge codification and tacitness”, *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, nº 2.
- Crespi, G. (2008). “National innovation surveys in Latin America: A critical assessment”, Schumpeter Society Conference ECLAC-IDRC Project on “R&D cooperation and appropriability in Latin American Innovation strategies: empirical evidence and policy implications from National Innovation Surveys”, Río de Janeiro, julio.
- Dopfer, K. (2011). “Mesoeconomics: A unified approach to systems complexity and evolution”, en Antonelli, C. (ed.), *Handbook on the economic complexity of technological change*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Dosi, G. (1991). “Some thoughts on the promises, challenges and dangers of an ‘evolutionary perspective’”, *Economics, Journal of Evolutionary Economics*, 1, 5-7.

- Dosi, G.; Pavitt, K. y Soete, L. (1990). *The economics of technical change and international trade*, Londres: Harvester Wheatsheaf.
- Erbes, A.; Robert, V. y Yoguel, G. (2010). "Capacities, innovation and feedbacks in production networks in Argentina", *Economics of Innovation and New Technology*, Taylor and Francis Journals, vol. 19(8), 719-741.
- Foster, J. (2005). "From simplistic to complex systems in economics", *Cambridge Journal of Economics*, n° 29.
- Freeman, C. (1982). *The economics of industrial innovation*, Cambridge: MIT Press, 2ª ed.
- Garrido, C. y Padilla, R. (2008). "Cooperation and innovation in the Mexican manufacturing industry", Schumpeter Society Conference ECLAC-IDRC Project on "R&D cooperation and appropriability in Latin American Innovation strategies: empirical evidence and policy implications from National Innovation Surveys", Río de Janeiro, julio.
- Guerrieri, P. y Milana, C. (1995). "Changes and trends in the world trade in high-technology products", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19.
- Hirshman, A. (1957). "Investment policies and 'dualism' in underdeveloped countries", *The American Economic Review*, vol. 47, n° 5.
- Kupfer, D. y Avellar, A.P. (2008). "Appropriability gap and lack of cooperation: Evidences from the Brazilian Innovation Survey", Schumpeter Society Conference ECLAC-IDRC Project on "R&D cooperation and appropriability in Latin American Innovation strategies: empirical evidence and policy implications from National Innovation Surveys", Río de Janeiro, julio.
- Lall, S. (1994). "The East Asian miracle, does the bell toll for industrial strategy?", *World Development*, 22 (4).
- Lall, S. (2001). *Competitiveness, technology and skills*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Metcalfe, J.S. (2007). "Replicator dynamics", en Hanusch, H. y Pyka, A. (eds.), *The Elgar Companion to neo-Schumpeterian economics*, Cheltenham: Edward Elgar, 440-452.
- Metcalfe, J.S.; Ramlogan, R. y Uyarra, E. (2003). "Economic development and the competitive process", Primer Seminario Globelics, Río de Janeiro, Brasil.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge-Londres: Harvard University Press.

- Ocampo, J.A. (2006). "Crecimiento económico y la dinámica de la estructura productiva", en Ocampo, J.A. (ed.), *Más allá de las reformas. Dinámica estructural y vulnerabilidad macroeconómica*, Santiago de Chile: CEPAL-Alfa Omega.
- Palma, G. (2005). "Four sources of deindustrialization and a new concept of the Dutch disease", en Ocampo, J.A. (ed.), *Beyond reforms: Structural dynamics and macroeconomic vulnerability*, The World Bank-ECLAC.
- Prebisch, R. (1949). *The economic development of Latin America and its principal problems*, Nueva York: United Nations, Sales n° 50.II.G.2.
- Reinert, E. (1995). "Competitiveness and its predecessors. A 500-year cross-national perspective", *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 6, n° 1, Elsevier Science.
- Reinert, E. (2007). *How rich countries got rich and why poor countries stay poor*, Londres: Constable.
- Robert, V. y Yoguel, G. (2011) "The complex dynamic of economic development", en Antonelli, C. (ed.), *Handbook on the economic complexity of technological change*, Chetenham: Edward Elgar.
- Ross, J. (2005). "Divergence and growth collapses: Theory and empirical evidence", en Ocampo, J.A. (ed.), *Beyond reforms: structural dynamics and macroeconomic vulnerability*, The World Bank-ECLAC.
- Saviotti, P.P. y Frenken, K. (2008). "Export performance and the economic performance of countries", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 18.
- Schumpeter, A. (1947). "The creative response in economic history", *Journal of Economic History*, 37.
- Silverberg, G.; Dosi, G. y Orsenigo, L. (1988). "Innovation, diversity and diffusion. A self-organization model", *Economic Journal*, 98.
- Stokes, D. (1997). *Pasteur's quadrant. Basic science and technological innovation*, Brookings Institution Press.
- Suárez, D. (2012). "Persistence of innovation in Argentinean firms: Entering the innovators club", Seminario Interuniversitario sobre Desarrollo Productivo Argentino (SIDPA), Buenos Aires, mayo.
- Vega-Jurado, J. y Gutiérrez García, A. (2008). "The effect of external and internal factors on firms' product innovation", *Research Policy*, vol. 37, n° 4.



La colección **Ciencia, innovación y desarrollo** se propone reunir la producción académica relacionada con las ciencias básicas y aplicadas, el desarrollo tecnológico, la innovación, el emprendedurismo y el desarrollo.

*El sistema argentino de innovación: instituciones, empresas y redes* surge de la compilación de artículos inicialmente presentados en la IX Conferencia Globalics, realizada en Buenos Aires en 2011 y coorganizada por la Universidad Nacional de General Sarmiento, la Universidad Nacional de Quilmes, la Universidad Nacional de San Martín y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. La obra se estructura a partir de dos secciones, la primera constituye una mirada general sobre el sistema argentino de innovación y se abordan cuestiones institucionales, de política pública y de articulación público-privada. La segunda sección ofrece un conjunto de estudios que analizan las especificidades micro que hacen a la innovación a partir del análisis de la dinámica de explotación de recursos naturales, la innovación en la industria manufacturera, el rol de los recursos humanos y la evolución de las actividades de alta tecnología. Los autores de los veinte artículos contenidos en estas secciones ofrecen una mirada crítica y reflexiva sobre los postulados teóricos y la evidencia empírica, que contribuye a explicar la dinámica de innovación y acumulación de capacidades dentro de nuestro país, con énfasis en las potencialidades y limitaciones que enfrenta el sistema de innovación a la hora de traccionar el desarrollo sustentable.

