

A worker wearing a white protective suit, hairnet, and face mask is interacting with a control panel of industrial machinery. The background shows a complex industrial setting with various components and a robotic arm. The entire image has a blue overlay with a faint geometric pattern.

EL FUTURO DEL TRABAJO

EN EL MUNDO DE LA INDUSTRIA 4.0

Copyright © Organización Internacional del Trabajo 2020
Primera edición 2020

Las publicaciones de la Oficina Internacional del Trabajo gozan de la protección de los derechos de propiedad intelectual, en virtud del protocolo 2 anexo a la Convención Universal sobre Derecho de Autor. No obstante, ciertos extractos breves de estas publicaciones pueden reproducirse sin autorización, con la condición de que se mencione la fuente. Para obtener los derechos de reproducción o de traducción deben formularse las correspondientes solicitudes a la Oficina de Publicaciones (Derechos de autor y licencias), Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211 Ginebra 22, Suiza, o por correo electrónico a rights@ilo.org, solicitudes que serán bien acogidas.

Las bibliotecas, instituciones y otros usuarios registrados ante una organización de derechos de reproducción pueden hacer copias de acuerdo con las licencias que se les hayan expedido con ese fin. En www.ifrro.org puede encontrar la organización de derechos de reproducción de su país.

OIT/UIA

El futuro del trabajo en el mundo de la Industria 4.0

Buenos Aires; Oficina de país de la OIT para la Argentina, 2020

ISBN 92-2-3 9789220321553 (impreso)

ISBN 92-2-3 9789220321546 (pdf web)

Las denominaciones empleadas, en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos en las publicaciones de la OIT no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmados incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las avale.

Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la Oficina Internacional del Trabajo, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Para más información sobre las publicaciones y los productos digitales de la OIT, visite nuestro sitio web: ilo.org/publns

Para más información sobre esta publicación, contáctese con la Oficina de País de la OIT para la Argentina, Av. Cordova 950, piso 13, Buenos Aires, Argentina. Visite nuestro sitio web www.ilo.org/buenosaires o escribanos a biblioteca_bue@ilo.org

Advertencia

El uso de un lenguaje que no discrimine ni señale diferencias entre varones, mujeres y otras identidades de género es una de las preocupaciones de la OIT. Sin embargo, aún no hay acuerdo entre los lingüistas y especialistas en el tema sobre la manera de hacerlo en español. Para evitar la sobrecarga gráfica que implica utilizar la fórmula o/a con el propósito de destacar la existencia de dos sexos, optamos por emplear el masculino genérico clásico, pero aclaramos que su uso incluye siempre a toda la diversidad de identidades de género.

Compiladores: Pablo Dragún, Christoph Ernst y Fernando García Díaz
Diseño y diagramación: Danila Kübler

Impreso en Argentina.

EL FUTURO DEL TRABAJO

EN EL MUNDO DE LA INDUSTRIA 4.0



Proyecto de investigación UIA/OIT



Organización
Internacional
del Trabajo

ÍNDICE

Introducción	6
Capítulo 1	
El futuro del trabajo en el mundo de la industria 4.0	10
Sección I. Características de la Cuarta Revolución Industrial	11
1. La revolución de las revoluciones	
2. ¿Utopía productivista o distopía social?	
Sección II. Industria 4.0 y cambio en la estructura productiva	15
1. Industria 4.0 y globalización	
2. Manufacturas, empleo y cambio estructural	
Sección III. El futuro del trabajo en el mundo de la industria 4.0: ¿esta vez es diferente?	23
1. El futuro del empleo	
2. Productividad, demanda y distribución	
Sección IV. Industria 4.0: ¿qué papel para la Argentina?	30
1. Industria 4.0 en países 2.0	
2. Hacia una Argentina 4.0	
Bibliografía referenciada	36
Capítulo 2	
El futuro del empleo en la industria automotriz argentina	40
Introducción	
Sección I. Relevancia a nivel mundial del sector automotriz	43
1. El rol de la industria como motor de la innovación	
2. Caracterización de la industria automotriz a nivel mundial	
Sección II. Panorama nacional de la industria automotriz	53
1. Las empresas del sector automotriz: terminales y fabricantes de autocomponentes	
2. La innovación en la industria automotriz	
3. Las instituciones de innovación en el sector	

4. La inserción internacional

Sección III. Perfil de los trabajadores 73**Sección IV. Desafíos y oportunidades 83****Bibliografía referenciada 86****Anexo I. Fuentes estadísticas de información****Anexo II. Guión de entrevista. Cuestionario industria automotriz****Capítulo 3****Biotechnología en el sector farmacéutico 92**

Introducción

Sección I. Relevancia a nivel mundial de la biotecnología. Transversalidad e impacto en distintos sectores 96

1. Caracterización del sector biofarmacéutico

2. Políticas hacia el sector y marcos institucionales: condiciones de apropiabilidad tecnológica

Sección II. Panorama nacional de la biotecnología en el sector farmacéutico 101

1. Las empresas del sector biofarmacéutico

2. La innovación en el sector farmacéutico y biofarmacéutico

3. El sistema institucional en el sector: Sistema Sectorial de Innovación en Salud Humana en Argentina (SSISH)

Sección III. Perfil de las/os trabajadoras/es 119

1. Empleo en el sector farmacéutico

2. Empleo en el sector biofarmacéutico

Sección IV. Desafíos y oportunidades 131**Bibliografía referenciada 134****Anexo 1** Listado de personas entrevistadas**Anexo 2** Guión de entrevista

INTRODUCCIÓN

La incorporación de tecnología en los procesos productivos se ha venido acrecentando desde la Primera Revolución Industrial a fines del Siglo XVIII. Los avances tecnológicos son, de hecho, los que han posibilitado -casi sin excepciones- el despegue de las etapas de crecimiento y de *catch-up* en los países que hoy son considerados *industrializados y/o desarrollados*. La tecnología fue y continúa siendo el factor dinamizante que propicia los grandes saltos de productividad en todos los sectores de la economía.

Lejos de ser una novedad en el mundo, la historia está plagada de ejemplos de nuevas formas de producir –y consumir- bienes y servicios que mejoran los estándares de vida de la población en general. Desde tiempos inmemoriales las innovaciones tecnológicas han traído aparejadas una variedad de dilemas económicos cuyas vicisitudes han sido circunvaladas con relativo éxito. Ante las innovaciones que fueron más disruptivas, el sistema económico halló un sendero relativamente ordenado que reconoció los conflictos, evitó profundizarlos y logró salir airoso en materia de crecimiento económico y empleo.

Sin embargo en la actualidad, y desde hace ya más de una década, la denominada “Cuarta Revolución Industrial”, vinculada al uso intensivo de novedosas tecnologías –que se apoyan en las ya existentes tecnologías de la información y comunicación (TIC)-, sorprende por su velocidad, masificación y, sobre todo, por sus aún inciertos impactos. Ante este escenario predomina la sensación de que “esta vez es diferente” y esto se interpreta como una verdadera reconfiguración económica que podría suscitar contrariedades duraderas para un conjunto no menor de la población mundial.

Términos como “Cuarta Revolución Industrial” o “industria 4.0” (aquí usados de manera indistinta) suelen ser emparentados al uso con fines productivos en robótica avanzada autónoma (robots). Sin embargo, la increíble y acelerada extensión en el

uso de estas novedosas tecnologías aplicadas a la industria se debe a que no solo se trata de la incorporación de la robótica sino de una gama de tecnologías y avances que abarcan e impactan sobre amplios espectros de las etapas productivas.¹

A diferencia de otras revoluciones, los impactos de las nuevas tecnologías no están geográficamente delimitados a los *core countries* (países “desarrollados” o “industrializados”). Con China a la cabeza, las estadísticas recientes confirman la enorme difusión que los avances están teniendo en las economías emergentes, y que pueden rediseñar la lógica de la división del trabajo a nivel global con asombrosa y desconcertante rapidez (UNCTAD, 2017).

En efecto, la penetración de tecnologías asociadas a la industria 4.0 parecería ser elevada no sólo en países avanzados, sino también en países recientemente industrializados y en países en vías de desarrollo. Asimismo, los impactos de corto y mediano plazo de la industria 4.0 tampoco parecen circunscribirse a una región o grupo de países en particular, sino que parecieran expandirse independientemente de la localización o epicentro.

La industria 4.0 podría traer asociada, a su vez, el arribo de una globalización 4.0, que podría revertir algunas de las dinámicas productivas registradas hasta ahora, a la vez que podría promover –bajo ciertas circunstancias– un *re-shoring* de procesos, productos e ideas (Baldwin, 2011). La primera globalización trajo la división del trabajo a través del comercio gracias a la caída de los costos de transporte. El avance tecnológico permitió una segunda globalización, que indujo a la descentralización de la producción en distintos países. Las tecnologías digitales promovieron una nueva fragmentación internacional, la 3.0, basada en los servicios del trabajo. Finalmente, los avances más recientes estarían lanzando la globalización 4.0, con impacto en la producción de servicios, aunque esta vez sin la necesidad de migración de trabajadores y con la posibilidad de deslocalizar el trabajo de los trabajadores. Este proceso crea nuevos desafíos y oportunidades, especialmente en los países avanzados.

La Cuarta Revolución Industrial también acerca nuevos retos para los procesos de desarrollo. El crecimiento industrial derivado de la incorporación tecnológica es lo que ha moldeado las sociedades tal como las conocemos hoy en día. La industria (o su ausencia) parece haber sido el factor determinante de la diferenciación entre países avanzados y países pobres (Rodrik, 2015). El crecimiento industrial forjó, según Rodrik, la existencia del sector empresarial y de los sindicatos, de la urbanización y la planificación, al tiempo que promovió movimientos políticos que desafiaron el orden tradicional.

¹ Entre esas tecnologías se pueden mencionar inteligencia artificial, internet de las cosas, computación en la nube, análisis de *big data*, impresión 3D, sensores inteligentes, etc. (Albrieu et al., 2019).

La acelerada extensión en el uso de estas innovaciones en la industria afecta a múltiples etapas de los procesos productivos. El empleo de estas innovaciones no se limita sólo a la industria manufacturera, sino que también tiene una elevada penetración en los sectores de servicios, tanto los tradicionales (como el comercio minorista o las finanzas), como así también aquellos basados en conocimiento asociados a la producción de bienes manufacturados. Sin embargo, pareciera ser la industria manufacturera en donde se plantean los mayores desafíos, pues es allí donde las nuevas tecnologías podrían desplazar más trabajadores.

Las preocupaciones más profundas de la incorporación de las nuevas tecnologías provienen de su potencial impacto sobre el mundo del trabajo en general, sobre los sectores productivos afectados y sobre las tareas y ocupaciones concretas. Las contrariedades no se limitan únicamente a los costos o consecuencias individuales, pues la menor incidencia del trabajo en el ingreso nacional podría significar una retracción del consumo y de la demanda agregada que afecte el normal desenvolvimiento de la economía. Paralelamente, los perjuicios sobre el empleo y los salarios podrían ser un síntoma de un problema de mayor envergadura relacionado con un futuro en el cual la desigualdad económica se profundice y constituya la norma.

La incorporación de nuevas tecnologías vinculadas a la industria 4.0 representa, *a priori*, una posible amenaza a la generación de puestos de trabajo a nivel global constituyendo un modelo industrial de *jobless manufacturing*. Adicionalmente, como se ha mencionado, la inclusión de las TIC no se limita solo a la industria manufacturera, sino que también tiene una elevada penetración en los sectores de servicios, lo cual aumenta aún más los riesgos de expulsión laboral. Como contraparte, las empresas que más uso intensivo realizan de tecnologías asociadas a la industria 4.0 son las que logran mejores resultados económicos (CEPAL, 2018; Banco Mundial, 2018).

La forma en que se decidirá la apropiación de los beneficios derivados de la productividad de las nuevas tecnologías no resulta clara aún, pero es evidente que los países avanzados llevan ventaja. La adopción de tecnologías requiere financiamiento, complementariedades con otros factores productivos y una infraestructura adecuada, propiedades de las que los países en vías de desarrollo suelen carecer. Esto enciende señales de alerta para este conjunto de países ya que deberán llevar a cabo políticas de amplio alcance que permitan superar con rapidez y eficacia algunas de estas restricciones, a fin de disputar la carrera por un lugar respetable en el concierto productivo de las naciones.

La **Declaración del Centenario de la OIT para el Futuro del Trabajo** propone un programa centrado en las personas, y, en este contexto, pone de relieve la importancia de “aprovechar todo el potencial del progreso tecnológico y el crecimiento de la

productividad, inclusive mediante el diálogo social” como objetivo para “lograr trabajo decente y desarrollo sostenible y asegurar así la dignidad, la realización personal y una distribución equitativa de los beneficios para todos”. Destaca igualmente, confirmado por el Informe de la **Comisión Mundial para el Futuro del Trabajo**, la importancia de invertir en las capacidades humanas para adquirir las nuevas competencias, habilidades y calificaciones requeridas en el futuro de trabajo y recomienda un aprendizaje a lo largo de la vida.

El objetivo de este capítulo es desarrollar las principales implicancias, certezas y dudas que giran en torno a la llamada Revolución 4.0. Luego de esta introducción, la primera sección analiza las principales características de la industria 4.0 y el contexto histórico en el cual se viene desarrollando. La segunda sección evalúa el impacto de la industria 4.0 en la estructura productiva de las economías y de qué manera los nuevos avances son capaces de modificar dicha configuración sectorial, no solo a nivel local sino además en el contexto de las nuevas lógicas de los procesos de globalización, las cadenas globales de valor y el comercio internacional. La tercera sección se enfoca específicamente sobre los desafíos que la Cuarta Revolución Industrial, presenta al mundo del trabajo y los aspectos vinculados a la continuidad laboral de los trabajadores. Por último, la cuarta sección se dedica al análisis de la industria 4.0 en la Argentina, las iniciativas tanto del sector privado como del sector público que promueven la adopción de tecnologías vinculadas y el marco en que se desarrollan.

La incorporación de la industria 4.0 representa, sin dudas, un desafío para todos los estratos de la producción y para todos los sectores económicos. Al igual que en otros períodos de la historia, implica una disrupción en los modos de producción y plantea antiguos y nuevos interrogantes en los cuales es preciso indagar a fin de comprender cabalmente las implicancias, alcances y posibles consecuencias (positivas y negativas) que abarca. Lejos de plantear un futuro distópico o apocalíptico, los impactos de la Cuarta Revolución Industrial ya se están produciendo y es preciso analizar sus consecuencias. El proceso ya ha comenzado y está ocurriendo en este preciso momento.

Autores: **Pablo Dragún y Christoph Ernst**

CAPÍTULO 1.

EL FUTURO DEL TRABAJO EN EL MUNDO DE LA INDUSTRIA 4.0

HAROLDO MONTAGU

Sección I.

CARACTERÍSTICAS DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

1. La revolución de las revoluciones

El mundo atraviesa una nueva revolución tecnológica con cambios vertiginosos que suceden en casi todos los ámbitos de la vida humana, cuya velocidad y originalidad sugiere que la llamada Cuarta Revolución Industrial no es la mera continuación o profundización de las tres anteriores. En este sentido, no es obvio que la historia de las revoluciones constituya una guía útil para entender los efectos de la nueva era (Galbraith, 2014). Las transformaciones productivas que trajeron las revoluciones previas han sido estudiadas en extenso y pueden ser encasilladas con relativa facilidad (Pérez, 2016). Hace 250 años, la Primera Revolución Industrial, o industria 1.0, trajo consigo la mecanización y el uso de la energía térmica para crear las primeras máquinas a vapor. Casi cien años después, la electromecánica y las cadenas de montaje dieron lugar a la industria 2.0, y trajeron ganancias de productividad únicas en la historia humana. Recién una centuria más tarde se asistía a la Revolución Industrial 3.0, con la llegada de las tecnologías informáticas, la electrónica y la automatización de determinados procesos industriales. Estos antecedentes, sin embargo, no permiten anticipar linealmente lo que ocurriría unas pocas décadas después.

En apenas media centuria, y tomando ventaja de la infraestructura digital legada por la revolución anterior, surge un paradigma completamente novedoso. Internet de las cosas, *big data*, inteligencia artificial, entornos virtuales e impresión 3D son las

cartas de presentación más deslumbrantes con las que se da a conocer la Revolución Industrial 4.0, pero los impactos esperados sobre la economía global exceden por mucho el asombro de algunas tecnologías específicas. Este hito puede definirse como la veloz transición hacia nuevos sistemas ciberfísicos que operan en un entorno de redes, de órdenes de magnitud más complejas que las anteriores, y que tienden a evaporar las fronteras entre lo físico, lo digital y lo biológico (Schwab, 2016). Esta conceptualización anticipa transformaciones decisivas en la forma en que se produce, se consume y se interactúa con la tecnología. Cada revolución industrial implicó un salto tecnológico discreto de creciente complejidad. Las tres primeras revoluciones industriales trajeron consigo novedades cuya configuración dinámica traía aparejada la automatización de tareas repetitivas que predecían una menor participación de esfuerzo físico. Para este subconjunto tecnológico, los dilemas económicos que surgieron a lo largo de la historia han sido circunvalados con relativo éxito. El desarrollo de técnicas novedosas permaneció contenido en decisiones específicas de las firmas, de los individuos y de los gobiernos, cuya interacción organizacional tendió a ser virtuosa en pos de metas comunes vinculadas al crecimiento económico y sus consecuencias positivas en materia de empleo e ingresos. Incentivadas por objetivos de rentabilidad, las empresas dispusieron de su usina de ideas mientras que los trabajadores también aportaron directa e indirectamente a la innovación y contribuyeron a mejorar la productividad y apropiarse –en la medida de sus posibilidades– de parte de ella. Los Estados, finalmente, se ocuparon de financiar investigación básica de alto riesgo y elevada rentabilidad social, y de establecer las pautas que regulan el equilibrio entre la diseminación de las tecnologías y los estímulos a la generación de nuevos conocimientos (Mazzucato, 2015). Ante este tipo de tecnologías predecibles, la organización económica logró responder eficazmente a los nuevos desafíos y ha existido un ajuste más o menos automático de las economías en términos de aumento de productividad, crecimiento de la producción y creación de empleo. De hecho, la postulación de la industria manufacturera como *e/* motor del crecimiento económico puede ser utilizada para describir y esquematizar la gigantesca variedad de empleos y labores que la tecnología ha barrido del mapa, siendo la dinámica típica el traspaso de una porción del empleo desde el sector primario a la industria primero y luego a los servicios (Kaldor, 1966, Szirmai 2013).

La Cuarta Revolución Industrial, sin embargo, no parece compartir del todo estas características. La mayoría de los analistas coinciden en que “esta vez es diferente” y que la sociedad enfrenta una etapa superior del avance tecnológico, en la cual los senderos se multiplican y la capacidad de previsión se vuelve mucho más modesta. Las disrupciones que promete la industria 4.0 sobre los procesos productivos incluyen la robótica, las tecnologías 3D, la ciberseguridad y los algoritmos que autoaprenden. Con estas herramientas es posible establecer fábricas inteligentes donde los algoritmos no solo provean información a un humano que decide. Por ejemplo,

sería posible establecer una “comunicación” entre producto y maquinaria para decidir el paso más eficiente a seguir (GTAI, 2015). La automatización y digitalización mediante sistemas de producción flexible que facilitan la elaboración de bienes y servicios personalizados son la contracara de las nuevas necesidades de consumo, identificables gracias al procesamiento de *big data*.

La industria 4.0 promete, además, la redefinición completa de ciertos negocios, la reorganización de los procesos al interior de la firma, y la modificación de las estrategias de producción vertical y horizontal en un mundo que la tecnología altera velozmente. Las nuevas formas de organización productiva no pueden extender linealmente tendencias recientes, pues las nuevas tecnologías modifican de plano los costos del empleo y de los servicios productivos, planteando interrogantes incluso sobre desarrollos que hasta hoy se consideraban inevitables, como por ejemplo las estrategias de *offshoring* (Baldwin, 2011).

Las tareas humanas, a la luz de esta disrupción, también deberán resignificarse. Coordinar logísticas, manejar inventarios, liquidar impuestos, proporcionar servicios, traducir documentos complejos, elaborar informes analíticos legales y diagnosticar enfermedades pueden dentro de muy pronto transformarse en ocupaciones sin participación humana (Manyika, Lund et al., 2017). En este contexto, la antigua distinción entre empleos calificados no afectados por la tecnología y empleos no calificados reemplazables se ha ensombrecido.

2. ¿Utopía productivista o distopía social?

La Cuarta Revolución Industrial representa un desafío singular para la humanidad. El optimismo se concentra en las evidentes capacidades que el progreso tecnológico pone a disposición de las firmas, que les permite aprovechar nuevas economías de escala, modificar con rapidez sus patrones de producción tradicionales y estimular el desarrollo de nuevos emprendimientos con base tecnológica (*start-ups*). De acuerdo al Banco Mundial (2018), estas posibilidades son reales, pero no deben hacer perder de vista los riesgos que deben aun ser atendidos. El nuevo paradigma tiende a generar empleos con características muy particulares, y la nueva organización industrial traerá dilemas en términos de estructura productiva, de la competencia, de la demanda de empleo calificada y de la política fiscal adecuada para tratar entornos con contenido virtual.

En un trabajo que analiza específicamente los impactos de la revolución tecnológica sobre la industria, BID (2018) plantea que para muchas empresas el camino hacia una industria 4.0 no es una opción sino una estrategia de supervivencia. La nueva modernidad elimina las tradicionales barreras de entrada a los mercados, expande

sus límites y allana el camino entre la oferta y la demanda mediante plataformas digitales. Los costos también son afectados, pues se eliminan intermediarios, se incrementa la capacidad de procesar datos y se vuelven más eficientes los sistemas de logística y transporte, lo que a su vez obliga a replantear las estrategias de localización de cada etapa del proceso productivo.

Las ventajas potenciales son muchas, pero la capacidad humana para aprovecharlas no necesariamente será capitalizable a la misma velocidad. En el mencionado reporte del BID se aclara que para adoptar con éxito las nuevas tecnologías será central la capacidad humana de gestión, sobre todo sorteando aquellos factores culturales propios de las organizaciones que se expresan en la resistencia al cambio. La transición hacia la industria 4.0 requiere por tanto un cambio cultural y filosófico en el sector privado, pero que el Estado debe acompañar a través de distintos instrumentos y políticas.

Otro interrogante de máxima relevancia es si la Revolución Industrial 4.0 permitirá a la economía global transitar hacia un nuevo estilo de desarrollo e industrialización social y ambientalmente sostenible. CEPAL (2018) enfatiza que los agentes de la disrupción digital no constituyen necesariamente un colectivo democrático y competitivo de pequeños emprendedores. Los actores principales son un puñado de plataformas globales (Apple, Google, Microsoft, Amazon y Facebook, conocidos como *“The big five”*), con un dominio estratégico en materia de innovaciones ligadas al cómputo en la nube, el manejo de datos y la inteligencia artificial. La irrupción de estos gigantes confirma que en la economía se están cambiando las reglas y los límites del mercado, afectando la competencia y desafiando los modelos regulatorios. Esta nueva realidad plantea importantes desafíos de política, no solo en materia de competencia sino también de privacidad, seguridad y equidad en lo que se refiere al acceso a estos recursos clave.

UNCTAD (2017) coincide con la propiedad disruptiva de los nuevos procesos. Si bien los mismos presentan oportunidades claras para mejorar la vida humana, las nuevas tecnologías traerían consecuencias sobre las prácticas y las estructuras existentes de la vida económica, lo que incluye la destrucción lisa y llana de firmas, mercados y empleos, sin una garantía de que los nuevos procesos puedan compensar estas pérdidas. El organismo señala que esto se debe a que las nuevas tecnologías se encarnan tanto en los equipos de capital como en las rutinas institucionales y las capacidades humanas. Esto plantea desafíos novedosos sobre el diseño de políticas económicas e industriales para asegurar la sostenibilidad social.

Sección II.

INDUSTRIA 4.0 Y CAMBIO EN LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA

En términos de estructura productiva, los impactos de la revolución tecnológica ocurren al menos en dos niveles de análisis que se entrecruzan. El más general refiere a la distribución internacional del trabajo y la producción que determinan los patrones de comercio global y que dan lugar a las modernas cadenas globales de valor (CGV) que constituyen un nuevo patrón de estructuración geográfica de la producción. Un segundo impacto ocurre a nivel de los sectores económicos, y reflexiona sobre si la Revolución 4.0 potencia o revierte el proceso de desindustrialización observado en las últimas décadas (Tregenna, 2015). El cambio tecnológico, además, produce fricciones dentro de cada sector industrial, encarnando desafíos específicos para cada rama productiva. Los cambios que introduzca la revolución 4.0 traerán consigo impactos no triviales sobre la composición del empleo y sobre la división internacional del trabajo.

1. Industria 4.0 y globalización

La estructura productiva de una economía está afectada por su posición en la división internacional del trabajo. El lugar que ocupa cada nación en la cadena productiva global tiene determinantes variados a los que modernamente se le sumará el impacto de la Cuarta Revolución Industrial².

² La Revolución 4.0 tiene un alcance inevitablemente global, y no sería extraño que, en su dimensión comercial, pueda provocar conflictos internacionales apreciables en torno a cuestiones de patentes, subsidios y otras políticas comerciales

Un primer impacto se relaciona con las estrategias de los países no desarrollados para lograr el *catch-up*. Teniendo en cuenta los desafíos que promete la industria 4.0, la tarea de promover un sendero hacia el desarrollo a partir de la creación de mercados de exportación no parece sencilla, y es probable que sean los *first-movers* quienes tengan las mayores oportunidades (Goldfarb & Trefler, 2018). En este contexto, el desarrollo económico por imitación o ingeniería reversa por parte de los países competidores podría volverse dificultoso, pues su ventaja relativa ya no radicaría en los salarios competitivos. Teniendo en cuenta el carácter contingente de las innovaciones actuales, las políticas intervencionistas para asimilar ventajas productivas de las tecnologías avanzadas (del estilo *picking the winner*), tampoco aseguran la efectividad (UNIDO, 2013). Todos estos efectos contribuyen a que los primeros países en desarrollar tecnologías de punta generarían dinámicas de *path dependence*, extendiendo la brecha entre naciones prósperas y el resto del mundo.

Un segundo aspecto refiere al futuro de la internacionalización de los procesos productivos. La globalización se tradujo en la fragmentación y deslocalización de la producción, y las firmas transnacionales pasaron a articular su entramado productivo en CGV cuya lógica implica la incorporación de valor agregado en cada etapa productiva en aquellos países donde los recursos y capacidades necesarias para su realización se disponen a costos competitivos³. Las CGV no se perciben igual en los países avanzados, propietarios de las transnacionales que ejercen la gobernanza de la cadena, que en los países receptores de la inversión internacional, generalmente con economías en desarrollo. Indudablemente, son las compañías del primer grupo las que disponen de las capacidades necesarias para organizar el modo productivo. Esto incluye la disponibilidad de recursos financieros, capacidades para la comercialización, pero por sobre todo una dotación tecnológica e innovativa que se origina en los países líderes. Esto implica que, si las CGV fueran el canal de difusión de la revolución industrial 4.0 entre países, aquellos que detentan el control de las cadenas podrían contar con una ventaja inicial natural, sumamente importante a la hora de “llegar primero” en la futura distribución de las tareas intensivas o no en materia de tecnología⁴.

Un tercer efecto, derivado de los dos anteriores, atañe a la distribución global del empleo. A medida que los países desarrollados se vuelven más prósperos y los de ingreso bajo salen de la pobreza, el empleo sectorial se redistribuye. Entre 1970 y 2010 Europa perdió alrededor de 25 millones de empleos en el sector manufacturero (y servicios relacionados), mientras que Norteamérica observó una caída de 6 millones. En cambio, Asia creó cerca de 80 millones de empleos en ese

3 Esto incluye tanto la producción tangible como sus servicios asociados como diseño, comercialización, distribución o soporte (Milberg & Winkler, 2013).

4 Por otra parte, existe una preocupación más general acerca de en qué medida las CGV contribuyen al desarrollo económico y social de los países emergentes. Ver Porta, Santarcangelo y Schteingart (2017/2018).

sector, y América Latina ganó 13 millones (UNIDO, 2013). Pero en la medida que las nuevas tecnologías permitan una reasignación de tareas, en especial de los servicios relacionados con la industria, estas tendencias podrían interrumpirse.

Como resultante de los tres puntos mencionados anteriormente aflora un cuarto vinculado a la apropiación de los beneficios que traerán las innovaciones provenientes de la industria 4.0. En un marco en donde el vehículo difusor de las innovaciones sean las CGV, en el cual los países en vías de desarrollo no necesariamente achiquen su brecha respecto a los más avanzados y en donde las perspectivas del empleo no son del todo claras, es de esperar que las ganancias de productividad derivadas de la industria 4.0 sean apropiadas por los centros limitando el accionar de las periferias.

Estos cambios pueden significar una modificación en las directrices productivas y laborales globales, con potenciales consecuencias económicas, políticas y sociales. La disposición de la agenda de política para reconocer y administrar esta transición se corresponderá con el nuevo escenario de desarrollo relativo de las naciones.

2. Manufacturas, empleo y cambio estructural

La composición estructural de una economía depende en buena parte de dos tendencias seculares: la etapa de transformación estructural desde una economía agraria, y el traspaso de economías centradas en la industria hacia otras con un mayor peso de los servicios. Sin embargo, la tendencia a la desindustrialización⁵ que se verifica en las últimas décadas excede la trayectoria experimentada por las economías más avanzadas. La relación en forma de U invertida entre el grado de industrialización (medido por el empleo o la participación en la producción) y el nivel de ingreso de un país parece haberse modificado, trasladándose hacia abajo (Hallward-Driemeier & Nayyar, 2017). Esto significa que los países no sólo se están quedando sin “oportunidades” de industrialización, sino que su proceso de desindustrialización comienza a verificarse en niveles de ingresos más bajos en comparación con la experiencia de los primeros países que lograron industrializarse (Palma, 2005, y Tregenna, 2016). Algunos países asiáticos han estado aislados de esta tendencia, mientras que los países latinoamericanos han sido especialmente afectados. Estos hechos estilizados no son recientes y la evidencia sugiere que tanto la transnacionalización del proceso productivo como el ahorro de trabajo provocado por el progreso tecnológico han estado detrás de estos desarrollos (Rodrik, 2015).

En este contexto, vale preguntarse si los cambios tecnológicos embebidos en la Cuarta Revolución Industrial inducirán o disuadirán las mutaciones estructurales

⁵ Desindustrialización entendida como pérdida del peso relativo del PIB industrial en el PIB total y, a su vez, pérdida de la participación del empleo industrial en el empleo total.

necesarias para lograr un desarrollo económico inclusivo. En particular, cabe el interrogante acerca de si el cambio estructural de mediano y largo plazo involucra o no a las manufacturas como direccionador del desarrollo tecnológico, creador de oportunidades para aumentar la productividad sistémica y sostén social en la generación de empleo formal/decente. Hasta hoy fueron las manufacturas las que lideraron los cambios estructurales hacia actividades capital y tecnológicamente intensivas (Szirmai, 2013), pero al mismo tiempo los países industrialmente maduros vienen exhibiendo hace varias décadas una lenta pero inexorable reducción de la participación de la industria en favor de los servicios. ¿Qué debemos esperar del impacto de la Revolución Industrial 4.0 sobre la estructura productiva de los países?

El rol fundamental de las manufacturas en el desarrollo ha sido enfatizado recientemente por UNCTAD (2016) y UNIDO (2018) al afirmar que las mismas tienen un impacto no solo en el valor agregado, sino además como vehículo de productividad y creador de vínculos con otros sectores⁶. En consecuencia, si bien el advenimiento de la nueva revolución tecnológica difícilmente implique una retracción en su rol dinamizador de la economía, tal vez sí se produzcan modificaciones no menores en su peso y representación.

Esto no significa que la revolución tecnológica no genere fricciones en la distribución mundial de la producción o al interior de las ramas manufactureras. Por el contrario, aun cuando no cedan participación productiva, las industrias con baja incorporación de tecnología tienden a migrar desde las economías avanzadas hacia los países en desarrollo. Las ramas con tecnologías medias muestran aumentos continuos de productividad, aunque se concentran en los países más avanzados. Los sectores que utilizan alta tecnología son indudablemente los más productivos, y experimentan cambios estructurales importantes en su interior (UNIDO, 2013).

La expansión de las manufacturas contribuyó decisivamente a la creación de empleos y al incremento sostenido de la productividad, como atestiguan las economías del sudeste asiático y el *boom* productivo de China. Estos países lograron transferir empleos de baja productividad típicos de actividades primarias hacia actividades con tecnologías modernas provenientes del extranjero, asociadas a las manufacturas. En caso de que la Cuarta Revolución Industrial promueva una acelerada destrucción de empleo industrial, ¿se estaría en condiciones de afirmar que estos países perderán su status de “industrializados”? Dicho de otra manera: ¿un país sin empleo industrial es un país industrializado?

Así, surge naturalmente la pregunta de si el sector de los servicios podría en un contexto de protorrevolución tecnológica ocupar el lugar de la industria, especialmente en los países en desarrollo. Estudiando específicamente el caso de

⁶ Se podría afirmar entonces que las ventajas kaldorianas de la industria manufacturera aún se encuentran vigentes.

India, Dasgupta y Singh (2006) plantean que fueron algunos servicios asociados a las manufacturas y no las manufacturas en sí los que actuaron como motores del crecimiento de ese país en los últimos años.

El Banco Mundial (2018) coincide en otorgar relevancia al rol de la industria ante la disrupción que implica la industria 4.0. El organismo documenta que desde 1991 la reducción del empleo industrial a favor de los servicios ha sucedido en los países de mayores ingresos pero no en el resto del mundo, y que la tecnología no necesariamente reduce la participación de la industria. La razón es que la caída en los costos de conectividad facilita las exportaciones capital-intensivas de los países avanzados, y las exportaciones trabajo-intensivas de las economías emergentes. Al mismo tiempo, los crecientes ingresos de la población provocados por las ganancias de productividad de las nuevas tecnologías incrementan el consumo de productos manufacturados ya existentes y la demanda de nuevos bienes.

Sin embargo, las esperanzas de que los servicios basados en las nuevas tecnologías constituyan una fuente significativa de generación de empleos no parecen aún confirmarse, más allá de su peso tanto en el empleo como en el valor agregado a nivel mundial. La duda específica que emerge es si los servicios embebidos en la industria 4.0 constituyen una fuente genuina de aumentos de productividad sostenidos. Aun cuando así fuera, restaría analizar si este tipo de servicios poseen la capacidad de generar empleo en cantidad y calidad, de la misma manera en la que el desarrollo liderado por la industria manufacturera lo hiciera en décadas anteriores.

La identificación de estas tendencias no será sencilla, pues la distinción entre la fabricación de bienes y de servicios crece en ambigüedad y aumenta la relevancia de los servicios incorporados en la fabricación de productos, ya sea bajo la forma de insumos (diseño, publicidad, distribución) o de contenidos comerciales (servicios de logística o plataformas de comercio electrónico). También se han desarrollado servicios de integración que se asocian a los productos manufacturados, como las aplicaciones para dispositivos móviles y soluciones de *software* para fábricas “inteligentes”. Otro aspecto importante es que los avances en las tecnologías de la información y las comunicaciones han hecho que algunos servicios (financieros, empresariales o de telecomunicaciones) se transformen en actividades comerciables internacionalmente, lo que posibilitó la difusión de tecnología y la posibilidad de exportar, además de atender la demanda local.

La estructura productiva será afectada además por potenciales aumentos asimétricos de la productividad entre países avanzados y atrasados. Un estudio reciente del Banco Mundial (Cusolito & Maloney, 2018) advierte que los empleos que se pierdan en países de ingresos medios y bajos debido a las nuevas tecnologías podrían no ser compensados si los países desarrollados adaptan dichas tecnologías para producir

manufacturas dentro de sus propias fronteras. En este contexto, las CGV podrían modificar su estructura sustituyendo, gracias a las nuevas tecnologías, el comercio internacional de bienes por el de servicios, reduciendo los potenciales beneficios internacionales del comercio de manufacturas y sus externalidades positivas.

Siguiendo la línea del Banco Mundial (Hallward-Driemeier & Nayyar, 2017) las tecnologías que trae aparejada la industria 4.0 parecieran incorporarse en todos los estratos de la producción y en sectores con diferentes productividades relativas. Es posible que países con bajos costos laborales en algunos sectores –como textiles e indumentaria- no se vean tan afectados por la tecnología moderna, aunque tarde o temprano la tecnología también alcanzará eventualmente a dichas industrias y provocará algún tipo de sustitución factorial. En sectores de manufacturas que ya han experimentado cierto grado de automatización, como equipo de transporte o juguetes, algunos países tienen la opción de ampliar a través de acuerdos regionales el mercado doméstico y ganar productividad mediante la explotación de economías de escala. En sectores de servicios, las TIC continuarán siendo la llave para generar competitividad, y las estrategias nacionales de desarrollo deberán considerar una agenda sectorial amplia para aprovechar derrames, debido a la sinergia entre este sector y las manufacturas. En este escenario es difícil pensar que la nueva estructura productiva derivada de la industria 4.0 logre crear un *boom* de empleos industriales de baja calidad o de baja calificación, afectando así a los países más pobres. La agenda de políticas estructurales que propone el Banco Mundial incorpora, entonces, la capacitación de los trabajadores. En definitiva, la institución propicia lo que denomina “enfoque de las 3C”: *competitividad, conectividad y capacitación* para hacer frente a los desafíos en materia productiva que presenta la industria 4.0.

Ante el impacto sectorial que están teniendo las nuevas tecnologías, la pregunta obligada es qué ocurrirá con el empleo en las diferentes ramas de la actividad productiva. La respuesta dista de ser clara, pero sí puede decirse que para los trabajadores y sus tareas, la robotización y la inteligencia artificial producirán cambios drásticos. Frey y Osborne (2013) estiman que cerca de la mitad de las ocupaciones en Estados Unidos corren riesgo de automatización. Respecto del empleo a nivel mundial, el *Mc Kinsey Global Institute* (Manyika et al., 2017) informa que el 60% de las ocupaciones tienen al menos un 30% de actividades automatizables, la mayoría de las cuales desaparecerían hacia 2030, dejando entre 75 y 375 millones de trabajadores (el 3% y el 14% de la fuerza global de trabajo) con la necesidad de buscar otro empleo o tarea. Sumado a eso, es probable que la adaptación a la revolución tecnológica se extienda a casi todos los empleos, obligando a la mayoría a aumentar su nivel de capacitación con el fin de mantenerse dentro de la fuerza de trabajo. El *World Economic Forum* (2016) predice que se perderán 5 millones de empleos antes de 2020, y que entre los que se sostendrán o los nuevos que se crearán, los más demandados serán los asociados a áreas especializadas como

informática, matemáticas, arquitectura e ingeniería. La automatización, por otra parte, difícilmente afecte por ahora a las actividades que requieren capacidades sociales y emocionales (las llamadas *soft skills*). Del lado positivo, el crecimiento de la productividad y la necesidad de producir infraestructura para los nuevos desarrollos podrían crear más empleos, mientras que la robótica y las TIC traerían consigo la aparición de actividades completamente nuevas que hoy quizás no se imaginan.

En este sentido, el Banco Mundial (2018) es menos taxativo, y enfatiza la amplia variabilidad en las predicciones de impacto de la automatización sobre el empleo. Por ejemplo, en Estados Unidos el porcentaje de empleos bajo riesgo de ser reemplazados va desde apenas un 7% a un sombrío 47%. El escepticismo del informe se basa en parte en las dificultades de la incorporación de tecnología en diferentes sectores y firmas. La institución sí concuerda con el citado informe del *McKinsey Global Institute* en cuanto a la nueva naturaleza del trabajo, más intensiva en cualidades de relacionamiento social.

Las transformaciones estructurales y sus efectos sobre el empleo que traen los procesos de cambio podrían resultar especialmente problemáticas en los países en desarrollo. La OIT (2018) subraya que en algunas economías que crecieron gracias a los servicios, como India, las oportunidades de empleo no han sido suficientes, y los países que reducen su empleo en las manufacturas tienen mayor probabilidad de registrar una desaceleración en el crecimiento. En las naciones industrializadas las oportunidades se concentraron en los empleos de alta calificación, pero dejaron en el camino a quienes carecen de las competencias necesarias (Hurley, Fernández Macías y Storrie, 2013). El organismo advierte también sobre las transformaciones que propician no solo desplazamiento de ocupaciones hacia puestos modernos de elevada productividad, sino también hacia empleos informales de baja productividad.

Pese a estas potenciales dificultades en términos productivos y de empleo para las economías de ingreso medio, algunos autores insisten en el poder de las estrategias de desarrollo a la hora de eludir los impactos de las nuevas tecnologías y alcanzar la convergencia con las naciones más avanzadas. Lin y Treichel (en Salazar-Xirinachs et. al., 2014) proponen una fusión entre las visiones estructuralistas y neoclásicas, combinando la libre competencia y las señales de precio con políticas industriales, comerciales y tecnológicas activas para promover el cambio estructural. En el mismo sentido, Nübler (también en Salazar-Xirinachs et. al., 2014) presenta para los países no avanzados una teoría para el desarrollo de capacidades destinadas a enriquecer el conocimiento de una sociedad, sus rutinas y sus instituciones. Estas perspectivas sugieren que, disponiendo de las políticas adecuadas, los países en desarrollo podrían suavizar el impacto de la Revolución 4.0 sobre el empleo.

En suma, aun cuando la industria esté lejos de volverse irrelevante o de experimen-

tar un futuro próximo sombrío, vale remarcar tres consecuencias de la irrupción de la Revolución 4.0. Primero, la relación entre cambio estructural e innovación no es unidireccional, de modo que el cambio técnico es también un determinante central de la evolución manufacturera, favoreciendo algunos sectores sobre otros. En segundo lugar, la revolución tecnológica actual tiene un componente de incertidumbre no trivial que limita naturalmente la capacidad predictiva de cómo evolucionará la estructura económica de los países y los sectores productivos que la componen. Finalmente, persiste la incertidumbre sobre los impactos de la automatización en el empleo de los próximos años, y en especial sobre los efectos asimétricos en países avanzados y en desarrollo.



Sección III.

EL FUTURO DEL TRABAJO EN EL MUNDO DE LA INDUSTRIA 4.0: ¿ESTA VEZ ES DIFERENTE?

1. El futuro del empleo

Las reconfiguraciones de empleo basadas en el cambio tecnológico han sido recibidas históricamente con hostilidad por parte de los afectados, como atestigua la reacción *ludita* de principios del siglo XIX. La mecanización y automatización trajeron consigo consecuencias reales sobre el trabajo repetitivo y de baja calificación, pero las transiciones de empleo incorporaban alguna certeza de que, una vez comenzada la revolución, su desenvolvimiento se volvía inevitable y sus impactos relativamente predecibles. Del lado de los trabajadores, se tuvo la oportunidad de ajustar las calificaciones intergeneracionalmente, transmitiendo a las generaciones más jóvenes la necesidad de educarse en profesiones de mayor calificación con menor exposición al reemplazo por maquinarias. La Tercera Revolución Industrial, asociada con la informática, resultó ser menos predecible, pero aun así terminó siendo complementaria con el empleo. A la luz de la historia resulta evidente que las computadoras han contribuido a mejorar la productividad de trabajadores, más que a reemplazarlos. Si bien algunas tareas se automatizaron, los empleos asociados con la informática se multiplicaron, creando otros. Nuevamente, la movilidad intergeneracional proporcionó señales para la educación con perspectivas laborales relacionadas con la informática y sus aplicaciones. En una mirada de largo plazo, la tecnología siempre creó trabajos, en vez de destruirlos.

Sin embargo, la magnitud del avance descrito en los informes y reportes citados anteriormente dan señales de que *esta vez es diferente*, y que lo que se tiene enfrente es una revolución con elevados componentes de incertidumbre. Los más pesimistas señalan incluso que los imponderables que trae la nueva era podrían generar infortunios duraderos para la mayoría de la población. En este sentido, la preocupación principal sigue siendo el empleo. El ya citado informe de *McKinsey Global Institute* (Manyika et al., 2017) afirma que alrededor del 50% del tiempo dedicado a actividades de trabajo humano en la economía global es automatizable, aunque las velocidades de adopción varían mucho por nación.

Los impactos de la industria 4.0 no se limitan a la pérdida tradicional de empleos rutinarios. Es posible que la distinción entre empleos calificados no afectados por la tecnología y empleos no calificados reemplazables se difumine. Las cada vez más expandidas tecnologías relacionadas con la inteligencia artificial, por ejemplo, permiten realizar tareas para las que los humanos debieron educarse muchos años. Hoy las máquinas son capaces de coordinar logísticas, manejar inventarios, liquidar impuestos, traducir documentos complejos, escribir textos analíticos, redactar informes legales o diagnosticar enfermedades. Teniendo en cuenta que en las últimas décadas se produjeron fuertes incrementos en los retornos a la educación, hay un estímulo claro para reemplazar y automatizar estas tareas, que se han vuelto relativamente costosas.

La perspectiva podría modificarse cuando se piensa en términos de tareas, en lugar de trabajadores. Una visión teórica relativamente optimista (Acemoglu & Restrepo, 2018) sugiere que existe un conjunto de fuerzas potencialmente compensatorias. En primer lugar, indican los autores, la sustitución induce un incremento de la productividad que expande toda la economía, dando lugar a una mayor demanda de mano de obra en tareas no automatizadas (en el propio sector robotizado, o en otros). Segundo, explican, la automatización permite una mayor acumulación de capital (inversión), estimulando la demanda de mano de obra en la producción de los bienes que incorporan conocimiento. En tercer término, se observa que la tecnología opera no solo sobre el factor trabajo sino también sobre el factor capital, haciéndolo más productivo, lo que también presiona al alza la demanda de trabajo. Pero aun asumiendo que estos efectos favorables sobre el empleo son poderosos, la predicción más factible es que la automatización en curso reduciría la participación de los trabajadores en el ingreso nacional.

Una dinámica posible para minimizar las repercusiones negativas sobre el empleo podría provenir de la creación de nuevas tareas, funciones y actividades no especificables donde los humanos dispongan de una ventaja comparativa con respecto a las máquinas. Por ejemplo, en el pasado la automatización creó nuevas tareas en ingeniería, reparación, control, *backoffice*, gestión y finanzas. Del mismo

modo, durante la Revolución Industrial 4.0 podrían surgir categorías de empleos completamente novedosas. Por caso, las empresas que utilizan inteligencia artificial como parte de su proceso de producción han desarrollado tareas que incluyen entrenadores de sistemas inteligentes, comunicadores de tecnología que esclarecen las salidas de dichos sistemas y verificadores para monitorear su rendimiento y el cumplimiento de estándares éticos predeterminados (Wilson & Daugherty, 2018). A esto debe sumarse la disponibilidad de aplicaciones inteligentes para educación y atención médica, que requerirían nuevas tareas relacionadas con la evaluación, diseño e implementación de programas individualizados. Finalmente, hay tareas para las que la sociedad muy probablemente no acepte un reemplazo automático, como es el caso de los médicos, abogados, asistentes humanos y trabajadores del cuidado, cuya tarea excede los aspectos puramente sistematizables (Manyika et al., 2017).

Existen otras potenciales consecuencias negativas sobre el empleo, al menos durante la transición. Los tiempos de adaptación y aprendizaje del trabajador a las nuevas tecnologías son un factor de suma importancia, y puede dar lugar a asincronías entre sectores productivos⁷. Los problemas de asignación sectorial del empleo se extienden incluso a la división internacional del trabajo, con consecuencias no triviales. Otra consecuencia perjudicial provendría de un *overshooting* en la adopción de nuevas técnicas de automatización, que reduzca la eficiencia y opere negativamente sobre la demanda de todos los factores⁸. En opinión de Manyika (2017), el conjunto de los impactos negativos podría ser compensado por las tendencias demográficas de envejecimiento de la población, que implicará la necesidad de involucrar a la mayoría de la población activa a las tareas futuras.

2. Productividad, demanda y distribución

El otro gran debate que traen las tecnologías modernas son sus impactos presuntamente decisivos sobre la productividad. Las tendencias de largo plazo en esta materia han sido exageradas en más de una oportunidad y el propio John Maynard Keynes, asistiendo a un proceso de rápida mejora en los estándares de vida en Europa justo antes de la crisis del 30, había pronosticado que en el nuevo siglo dedicaríamos al trabajo apenas quince horas semanales (Keynes, 1930). Aun cuando el tipo de esfuerzo requerido es diferente al de cien años atrás (más intelectual que

⁷ Trabajos recientes intentan determinar la magnitud de los costos de reasignación del empleo. Autores como Dorn y Hanson (2015) cuantificaron el lento e incompleto ajuste del mercado de trabajo de EEUU ante la oleada de importaciones provenientes de China.

⁸ Si los avances tecnológicos ocasionan fuertes caídas en los ingresos salariales, la mano de obra humana pudiera volverse más atractiva que las máquinas para determinados sectores u oficios. De hecho se registra la reaparición de empleos de baja calidad, especialmente entre los jóvenes vinculados a la denominada *gig economy*.

físico), en la actualidad el país desarrollado que menos horas semanales trabaja, Alemania, ocupa casi el doble de tiempo de lo predicho por el economista inglés. Más aun, la trayectoria descendente en las horas trabajadas que predecía Keynes se encuentra estancada desde los años setenta, en consonancia con la desaceleración global de la productividad que analizó el Banco Mundial (Cusolito & Maloney, 2018). Más recientemente, luego de un transitorio rebote en el período 1995-2005, los países desarrollados han observado una nueva reducción de esta tendencia durante los últimos diez años. Los efectos de las nuevas tecnologías de las últimas décadas, o bien no han sido adecuadamente registrados en los datos agregados, o bien no han logrado compensar los costos de las fluctuaciones macroeconómicas que asediaron a la economía global en los últimos años.

Aun con estos antecedentes, las renovadas visiones optimistas insisten en que las innovaciones eventualmente incrementarán la riqueza por la vía de una mayor productividad, y que de alguna manera estos beneficios alcanzarán a los trabajadores, aun cuando en lo inmediato una parte de su generación se vea perjudicada (Mc Kinsey, 2017). De hecho, los modelos macroeconómicos tradicionales, lejos de predecir infortunios gracias a la incorporación de innovaciones, sostienen que las tecnologías que mejoran la productividad terminan por aumentar la demanda laboral (Acemoglu & Restrepo, 2018). Es cierto que una tecnología que aumente la eficiencia del trabajo podría sustituirlo por capital, pero se argumenta que el crecimiento de la economía sumado a una baja sustituibilidad factorial, en la práctica, podría no reducir exageradamente la demanda de trabajo.

Un aspecto de relevancia está conformado por las consecuencias de la menor masa salarial sobre el gasto agregado (Ford, 2016; UNIDO, 2018). En un contexto de cambio tecnológico caracterizado por la incertidumbre, donde la falta de empleo o la caída salarial no necesariamente se recuperará, la reacción por parte de empresas (y gobiernos) podría ser reducir el gasto en pos de una austeridad supuestamente virtuosa. Esto, a su vez, podría redundar en una retracción de la demanda agregada. Los mercados de consumo insertados en esta dinámica dejarían de constituir las poderosas señales que representan en materia del funcionamiento macroeconómico y como impulso del proceso de innovación.

Los impactos secundarios del menor consumo sobre la inversión podrían inducir nuevas rondas de desempleo y retracción del gasto. Si bien según la teoría tradicional de la inversión las empresas toman definiciones en función de la demanda futura, es el consumo presente el que suele informar sobre las condiciones económicas por venir. Un contexto incierto y de bajo gasto no señala en absoluto una demanda futura más fortalecida. En un ambiente difícil para los consumidores, muchas empresas podrían concentrarse en recortar costos más que en expandir sus mercados, lo que podría incentivar nuevas incorporaciones de tecnología para eliminar o desprofesionalizar

empleos, con innovaciones extendidas pero que finalmente no logran mejorar la calidad de vida de la mayoría de la población.

Más allá de los perjuicios sobre el empleo, también existen dudas respecto a la apropiación de los posibles beneficios que las nuevas tecnologías traerán en el futuro y la desigualdad que podría traer aparejada. Tratándose de la información y la comunicación, ambas con características de bienes públicos, pero en la práctica con propiedades de bienes privados, es esperable que unos pocos desarrolladores exitosos logren apropiarse de rentas extraordinarias y queden concentradas en pocas manos. Los propietarios formales de las innovaciones (se trate de robots, maquinarias, o módulos informáticos o comunicacionales) toman ventaja del hecho de que la inteligencia es un bien no rival (sujeto a economías de escala) pero excluible (sus ganancias son apropiables privadamente). En este sentido, existe evidencia de que parte del aumento de la desigualdad en las últimas décadas está relacionada con el crecimiento de las rentas de los innovadores (Korinek & Ng, 2017). Como fuera mencionado anteriormente, las empresas más rentables del mundo se ubican en el segmento de innovadoras. La preocupación por los contextos de “ganador se lleva todo” es compartida por la UNCTAD (2017), para quien la historia enseña que sin una estrategia comprensiva de políticas que ayuden a los países a integrar adecuadamente la digitalización a sus economías, se corre el riesgo de crear estructuras monopólicas. El organismo promueve la adopción de medidas de políticas referidas a la competencia y los marcos regulatorios para prevenir estos resultados negativos. Si quienes solo disponen de capital humano como riqueza ven reemplazadas sus tareas, el círculo de la inequidad se complejiza. A diferencia de los problemas de generación de empleo, que han probado ser cíclicos, pero no necesariamente tendenciales, la dinámica de una distribución del ingreso crecientemente inequitativa ha sido bien documentada, especialmente en los países desarrollados (CEPAL, 2018). Estados Unidos es el caso emblemático, con una explosión de superbeneficios recibidos por el *top* 1% de la distribución, pero el fenómeno se extiende moderadamente a otros países avanzados. Queda por determinar el rol específico o la vía por la cual la innovación promueve estos resultados, pero la correlación entre ambas variables parece clara⁹.

Suponiendo que la Cuarta Revolución Industrial prometa aumentos formidables de productividad, y que la intervención pública logre una redistribución eficaz, la propia lógica del trabajo como ocupación humana, o al menos para unos cuantos humanos, podría quedar desdibujada. Los desplazados por la tecnología podrían simplemente disfrutar del ocio cobrando un seguro de desempleo mínimo, o una indemnización de por vida en virtud de los *inconvenientes ocasionados*. Desde luego, esta utopía

⁹ Desde luego que en los aumentos de la inequidad social a nivel global deben ser tenidos en cuenta factores tales como el retiro del Estado de Bienestar y la impotencia regulatoria ante el fenómeno de la financiarización.

no necesariamente implica acabar con la desigualdad y existen escenarios en los cuales esta disposición social podría extenderla de manera perentoria¹⁰. Los dueños de la tecnología gozarían de enormes ventajas de escala que los convertiría en grandes ganadores sociales capaces de vivir una experiencia social rica, mientras que aquellos con menores calificaciones no gozarían de esta oportunidad, y solo tendrían de una compensación para cubrir necesidades básicas, y eventualmente tener la oportunidad de que sus hijos sí ingresen al sistema.

Es a partir de estos escenarios que han surgido las modernas propuestas de un Ingreso Básico Universal (IBU) destinado a cubrir las necesidades básicas de todos los habitantes¹¹. Sin embargo, aun cuando una estricta política tributaria que grave a los ganadores tecnológicos haga posible financiar un IBU, queda todavía el interrogante de cómo reemplazar las virtudes del trabajo como vehículo para la realización personal y la interacción social¹². Otra potencial dificultad para la aplicación del IBU es política: la universalidad de las propuestas puede generar resentimiento hacia quienes se considera que no contribuyen lo suficiente para su financiamiento¹³. La instauración de algún tipo de IBU tendría a su vez efectos sobre la dinámica económica. Si la retribución es suficiente, podría engendrarse un “ejército de desempleados” con potenciales efectos sobre los salarios de los que aún están empleados. Podría suceder incluso que un perceptor de IBU pudiera aceptar un trabajo por una remuneración mínima, lo que induciría a su vez un efecto de sustitución factorial contrario al original, revirtiendo parcialmente el proceso de automatización en favor de la utilización de un recurso más barato, y expandiendo así el empleo.

Las preocupaciones por las consecuencias de la automatización sobre el empleo y la distribución han sido resaltadas por el Banco Mundial (Hallward-Driemeier & Nayyar, 2017). En su opinión, estos desarrollos ameritan propiciar un nuevo contrato social que refuerce la noción de igualdad de oportunidades. En relación con el empleo, si

10 Harari (2015) pronostica que dentro de cuarenta años el 90% de los ciudadanos dejará de ser útil y no tendrá trabajo, constituyendo una “casta de inútiles” que sustituiría al proletariado nacido de la revolución industrial del siglo XIX.

11 Curiosamente, los planteos a favor del IBU provienen de ambos lados del espectro político. Las visiones de izquierda parten de la idea de que debe favorecerse la igualdad. Posiciones más cercanas a la derecha la sostienen bajo el precepto de que sería eficiente implementar un “impuesto negativo” a la Friedman, eliminando a cambio toda la estructura de seguridad y políticas sociales.

12 Otro potencial rol del Estado podría consistir no solo en proveer recursos mínimos, sino eventualmente en intervenir creando “trabajos estimulantes” para limitar las consecuencias negativas del ocio.

13 Una propuesta concreta de IBU en Suiza fue rechazada en un *referendum* por 77% a 23%, y entre las razones se ha mencionado el riesgo de estimular una inmigración incontrolable. Finlandia lanzó en 2017 un experimento, donde 2.000 personas desempleadas recibieron un pago mensual de 560 euros, sin condicionalidades, pero ante el descontento público el proyecto fue suspendido antes de su finalización y transformado en una prestación condicional a la búsqueda de empleo. El nuevo gobierno de Italia puso en marcha su promesa de campaña de un ingreso por ciudadanía de 780 euros mensuales para acabar “con el chantaje y la humillación” del ciudadano italiano.

bien la automatización incrementaría el premio por una mayor calificación laboral, no cualquier inversión en capital humano sería rentable. Las habilidades para resolver problemas complejos, para trabajar en equipo, para razonar y para readaptarse flexiblemente a los nuevos desafíos serán centrales para conseguir empleos provechosos. En este contexto, la política pública tendría el rol de administrar la dirección y el impacto de los cambios invirtiendo en capital humano y promoviendo el empleo formal. Pero la intervención no finaliza allí, y requiere inyectar nuevas ideas al debate público sobre la inclusión social, definida como la mejora continua en las capacidades, oportunidades y dignidad de los más postergados de la sociedad.



Sección IV.

INDUSTRIA 4.0: ¿QUÉ PAPEL PARA LA ARGENTINA?

Esta sección introduce una valoración del rol potencial que le cabe a la Argentina en este torrente de innovaciones tecnológicas que vive el mundo. El país debe superar evidentes barreras estructurales, a la vez que debe evaluar su capital productivo y social para intentar aprovechar las oportunidades y encarar los desafíos que la industria 4.0 plantea.

1. Industria 4.0 en países 2.0

En los años setenta el futurólogo Alvin Toffler anunciaba que la adopción de tecnologías de punta permitiría a los países atrasados saltar la necesidad de transitar por la industrialización como trampolín al crecimiento pasando directamente de una economía agrícola a una que proveyera servicios de alta tecnología¹⁴. La predicción resultó ser poco realista, y hasta nuestros días las transiciones de los países subdesarrollados siguen sin poder prescindir del intermedio industrial. Los casos de transformación del sector primario en uno de servicios (Australia o Canadá vienen a la mente) corresponden a economías que ya gozaban de un buen grado de prosperidad en primera instancia. La revolución informática de las últimas dos décadas no parece haber ayudado demasiado a varias naciones de ingreso medio, que siguen inmersas en una trampa de crecimiento duradera y con perspectivas poco claras.

¹⁴ La frase que sintetizaba la idea y la aplicaba al caso de la India era “Gandhi con satélites”.

La adopción de las tecnologías modernas por parte de países de ingreso medio debe sortear la natural etapa de apropiación monopólica, pues solo un puñado de compañías acceden al financiamiento y a los recursos humanos necesarios para implementarla. En países atrasados los sectores intensivos en tecnología no siempre surgen endógenamente (Barletta & Yoguel, 2017). Los incentivos hacia las actividades con ventajas comparativas estáticas reproducen la estructura productiva, y la configuración de costos existente no crea los incentivos suficientes para asumir los riesgos de invertir en nuevas ramas. Pero al mismo tiempo, en períodos de cambio de paradigma tecnológico es posible recurrir a acciones deliberadas orientadas a crear esferas productivas nacientes, y la transición abre la oportunidad de reducir las brechas tecnológicas con los países avanzados mediante estrategias de imitación temprana. Aun así, dado que la flexibilidad de las economías en desarrollo es naturalmente menor, las pérdidas de eficiencia durante la transición podrían no ser triviales. En países con sociedades reactivas, los conflictos corporativos y gremiales son más exacerbados, y los riesgos sociales y políticos de modificar el *statu quo* podrían dejar algunos procesos a mitad de camino.

Respecto de la compatibilización entre automatización y trabajo, es claro que la velocidad de cambio exigida por las tecnologías es más rápida que la capacitación laboral, que suele insumir varios años, especialmente para quienes han invertido cuantiosos recursos en su profesión anterior. La actualización constante de los planes de estudios y de las técnicas educativas es un desafío mayúsculo, en especial para las economías menos modernas. Pero la dificultad principal para los países en desarrollo radica en la capacidad de financiamiento de la transición. Las naciones avanzadas pueden darse el lujo de arriesgar y fallar a la hora de encarar gastos de entrenamiento y educación, pero el resto suele enfrentar dilemas de utilización de recursos en el corto plazo que inhiben esta posibilidad.

En cuanto a la propuesta de Ingreso Básico Universal (IBU), hasta tanto las ganancias de productividad no se extiendan suficientemente, la realidad financiera de los países en desarrollo solo permite un esquema compensatorio marginal, inferior a una canasta de bienes de subsistencia y focalizado en grupos vulnerables. Todo indica entonces que el orden de llegada de estas políticas será primero el de ganar desarrollo con el impacto tecnológico, para luego eventualmente repartir sus beneficios.

En suma, las debilidades estructurales constituyen un obstáculo difícil de sortear para los países no avanzados, y en particular para Argentina. Pero eso no significa que no existan alternativas concretas para la elaboración de una agenda de medidas que contribuyan a aumentar las probabilidades de éxito.

2. Hacia una Argentina 4.0

El impacto de la Cuarta Revolución Tecnológica en Argentina podría depender de su estructura productiva actual, de su capacidad de aplicar estos procesos a las actividades en las que se especializa y de la factibilidad de encarar políticas públicas que propicien estrategias para una adopción eficaz de los nuevos desarrollos, limitando sus consecuencias negativas.

Un rasgo estructural que ha caracterizado al país durante ya varias décadas es su marcada inestabilidad macroeconómica, que rara vez deja lugar a la planificación estratégica de largo plazo. La sostenibilidad económica y social es esencial para dar lugar a la generación de excedentes que financien políticas públicas destinadas a promover innovaciones. La consecución de una política macroeconómica sostenible podría contribuir, además, a mejorar la rentabilidad de los bienes transables, en especial de las manufacturas, vehículos de productividad e incorporación de tecnología.

Aun logrando el objetivo de la estabilidad, el punto de inicio no es sencillo. Según el diagnóstico de CIPPEC (Albrieu y Rappeti, 2018) Argentina parte de una situación relativamente lejana a la de otros países, con una adopción y difusión de tecnologías escasa, y con potenciales dificultades para readaptar conocimientos y habilidades de los trabajadores. Un estudio que incluye una encuesta a 307 firmas argentina, de 6 ramas industriales, concluye que la demanda de habilidades vinculadas a las tecnologías protagonistas de la Cuarta Revolución Industrial es aún escasa, si bien se espera que aumente en el corto plazo (Albrieu et al., 2019). Esto es así, concluye el estudio, porque la mayoría de las empresas encuestadas no ha comenzado el viraje hacia un modelo de negocios basado en dichas tecnologías.

En materia de automatización y utilización de robots industriales, por ejemplo, Argentina se encuentra por debajo de los niveles observados en Brasil y Chile, y los sectores que exhiben un menor ritmo de incorporación de uso de equipos informatizados concentran el 73% del empleo del país (Ministerio de Hacienda, 2018).

El interrogante es entonces si la economía argentina posee de todos modos un subconjunto de rasgos para favorecer la activación de, al menos, algunas de las oportunidades diversas que promueve el nuevo horizonte tecnológico. BID (2018) se interroga sobre las capacidades del país para adoptar y eventualmente desarrollar nuevas tecnologías, y qué sectores abarcarían. Las alternativas incluyen las tecnologías basadas en los recursos naturales, las oportunidades en las industrias estratégicas (industrias de industrias) y las potencialidades en el sector servicios.

Hasta ahora, en nuestro país el liderazgo en la absorción de tecnologías se concentra en las actividades primarias, donde la productividad local otorga espacio para

competir globalmente. Según un informe del BID (2018), el desarrollo tecnológico permitiría acentuar la sofisticación del perfil exportador y avanzar en la cadena de agregación de valor. En este sector, la apuesta es por una industrialización en ciertos eslabones asociados a la transformación biológica, en nuevos materiales potenciados por la nanotecnología y en el manejo de la información gracias a las TIC. La biotecnología exige vinculaciones que conecten los hallazgos con el capital económico y con los actores que puedan convertir ese descubrimiento en un producto. Estableciendo las conexiones productivas necesarias, esta tecnología es capaz de generar conocimiento científico y productivo, al tiempo que crea empleo calificado, promueve la cooperación entre universidades y empresas, y permite mejorar la calidad de vida con nuevos productos y servicios (BID, 2018). En este sentido, Argentina cuenta con un número pequeño pero virtuoso de *start-ups* con base biotecnológica generadas a partir de la asociación entre emprendedores de negocios y científicos.

También existen oportunidades concretas en otros sectores con mayor valor agregado. En principio, existe un espacio en las industrias de insumos básicos. La principal industria productora de tubos de acero del país (Tenaris) tiene centros de I+D en varios países, incorporó robots en su línea productiva y utiliza drones, para mencionar solo algunos de los avances incorporados. El complejo automotor, por su parte, es uno de los *hubs* tecnológicos más intensos del mundo. Algunos de los avances recientes más notables en esta actividad incluyen los robots armadores de automóviles en diversas etapas del proceso productivo, los drones que controlan la fabricación, el uso de impresoras 3D y la incorporación de sistemas de análisis de datos para definir la configuración final del vehículo a último momento. Contar localmente con terminales automotrices, por ende, es una puerta privilegiada para ingresar en la Revolución 4.0.

Argentina cuenta además con el INVAP, una empresa especialmente dedicada al diseño y construcción de sistemas tecnológicos complejos. La firma crea “paquetes tecnológicos” de alto valor agregado para satisfacer necesidades nacionales y de exportación. Ha diseñado y fabricado satélites para la observación terrestre y de comunicaciones, y sistemas de radar, entre muchas otras actividades. La empresa constituye un *cluster* tecnológico nacional clave y mantiene una estrecha relación con la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), que se complementa con relaciones a nivel internacional con la agencia espacial norteamericana NASA y otras tan importantes como ella en otras partes del mundo.

Las oportunidades locales de adaptación a la Revolución Industrial 4.0 no se limitan a las grandes empresas. Según la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (2015) las PyMEs que fueron más activas en materia de tecnología e

innovación son las mismas que crearon más puestos de trabajo, en especial de alta y mediana calificación.

Para lograr ser usuarios y productores de los nuevos recursos se requiere crear nuevos actores locales, considerando que una economía excesivamente transnacionalizada podría limitar iniciativas empresariales potencialmente estratégicas para el conjunto del sistema productivo, pero que en ocasiones le son negadas a las filiales (BID, 2018).

La generación de nuevas tecnologías está atada a la inversión en I+D, mucho mayor en los países desarrollados. En América Latina, Brasil es el único país de la región que invierte más del 1% del PBI en dichas actividades, mientras que Argentina destina el 0,6% del PBI. Pero esta posición está lejos de ser predeterminada; China multiplicó por cuatro esta proporción en pocos años, y pasó de no producir robots en el año 2009 a fabricar en el presente más de un cuarto de los robots del mundo.

Como se ha explicado anteriormente, existe una preocupación natural por el reemplazo de empleos debido a la automatización. Respecto del caso local, Apella y Zunino (2017) observan que durante las últimas dos décadas se produjo un cambio en el tipo de tareas que desarrolla el trabajador promedio. Mientras que desde mediados de la década del noventa los trabajadores destinaban gran parte de su tiempo al desarrollo de tareas manuales *rutinarias*, en la actualidad este tipo de tareas son menos comunes, y se destina una mayor parte del tiempo a la realización de tareas *cognitivas*. Esta es una buena noticia en la espera de un *shock* tecnológico tradicional, pero arroja dudas en el caso del avance de tecnologías asociadas a la inteligencia artificial, que afectaría a una cantidad no menor de labores con contenido cognitivo. Un informe del Ministerio de Hacienda (2018) también reconoce este patrón y señala que los primeros afectados por la automatización podrían ser los puestos de trabajo de la población de ingresos medios y bajos que presentan menores calificaciones. El mismo trabajo indica que las estimaciones de probabilidad de automatización de las ocupaciones para Argentina son de 59%, superior a Estados Unidos y los países de la OCDE (47% y 57% respectivamente), pero inferior a China (77%). Esto se debe a la mayor participación en Argentina del empleo en actividades reemplazables por la tecnología, como Comercio (71%) e Industria (69%).

No es sencillo identificar qué tipo de oportunidades se le presentarán al país en la nueva era. La transformación digital modificará la naturaleza de las tareas más que la de los empleos, y requerirá una mayor interacción entre la máquina y las habilidades humanas. Sortear con éxito los nuevos desafíos necesitará la ayuda de un sistema educativo más flexible y de una estrategia colaborativa entre gobiernos, universidades y empresas, enfocados en la innovación y el fomento y financiamiento de la inversión en investigación y desarrollo (Accenture, 2015). Nübler (en Salazar-

Xirinachs et. al., 2014) nos recuerda que las capacidades colectivas de los recursos disponibles deben introducirse como criterio complementario a las usuales ventajas comparativas. Países con dotaciones de factores similares pueden diferir sustancialmente en sus capacidades y por lo tanto en las opciones y competencias para implementar o adaptarse a los cambios.

En suma, y en concordancia con la opinión de BID (2018), Argentina cuenta con un conjunto de oportunidades no menor, especialmente cuando se lo compara con otros países de la región. Recursos humanos relativamente capacitados, varias décadas de esfuerzo articulando el sector científico y académico con los sectores productivos, y muchos laboratorios y espacios para incubar nuevas empresas y proyectos innovadores, resaltan como las características más alentadoras para encarar este proceso.



BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). *Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets* (No. w23285). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. Recuperado de <https://doi.org/10.3386/w23285>

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). *Artificial intelligence, automation and work*. National Bureau of Economic Research. NBER Working paper; n.º 24196.

Accenture (2015). *El Futuro del trabajo en Argentina*. Recuperado de <https://acntu.re/21aVhtR>

Albrieu, R., Basco A., Brest López, C., de Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M. & Vienni, G. (2019). *Travesía 4.0: Hacia la transformación industrial argentina*. Nota Técnica del BID n.º162, BID-INTAL.

Albrieu, R. & Rapetti, M. (2018). ¿Robots en las pampas? Futuros alternativos para el mercado de trabajo argentino en la Cuarta Revolución Industrial. *Documento de políticas públicas 210*, CIPPEC.

Apella, I., Zunino, C. & Gonzalo, O. (2017). *Cambio Tecnológico y Mercado de Trabajo en Argentina y Uruguay. Un Análisis desde el Enfoque de Tareas*. Serie de Informes Técnicos del Banco Mundial en Argentina, Paraguay y Uruguay; n.º 11. Washington, D.C.: World Bank Group.

Autor, D. H., Dorn, D., & Hanson, G. H. (2015). Untangling Trade and Technology: Evidence from Local Labour Markets. *The Economic Journal*, 125(584), 621-646. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/econj.12245>

Baldwin, R. (2011). *Trade And Industrialisation After Globalisation's 2nd Unbundling: How Building And Joining A Supply Chain Are Different And Why It Matters* (No. w17716). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. Recuperado de <https://doi.org/10.3386/w17716>

Banco Mundial (2018). *World Development Report 2019: The Changing Nature of Work*. The World Bank. Recuperado de <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1328-3>

Barletta, F., & Yoguel, G. (2017). ¿De qué hablamos cuando hablamos de cambio estructural? *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*. Santiago: CEPAL, 2017. (pp. 27-54).

BID (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. Monografía del BID; 647.

CEPAL (2018). *La ineficiencia de la desigualdad*. Santiago de Chile.

Cusolito, A. P., & Maloney, W. F. (2018). *Productivity Revisited: Shifting Paradigms in Analysis and Policy*. The World Bank. Recuperado de <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1334-4>

Dasgupta, S., & Singh, A. (2006). *Manufacturing, Services and Premature De-Industrialisation in Developing Countries: A Kaldorian Empirical Analysis* (Working Papers No. wp327). Centre for Business Research, University of Cambridge. Recuperado de <https://ideas.repec.org/p/cbr/cbrwps/wp327.html>

Daugherty, P. & Wilson, H.J. (2017). *Process Reimagined*. Accenture.

Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI) (2015). Sector manufacturero 2010-2012. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Ford, M. (2015): *El ascenso de los robots*. Paidós.

Frey, C. B., & Osborne, M. (2013). *The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation*. Working paper, Published by the Oxford Martin Programme on Technology and Employment. University of Oxford.

Galbraith J.K. (2014). *The End of Normal: The Great Crisis and the Future of Growth*. New York, NY: Simon and Schuster.

Germany Trade and Investment (GTAI). (2015). *Industrie 4.0. Smart manufacturing for the future*. Berlin.

Goldfarb, A., & Trefler, D. (2018). *AI and International Trade* (No. w24254). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. Recuperado de <https://doi.org/10.3386/w24254>

Hallward-Driemeier, M., & Nayyar, G. (2017). *Trouble in the Making?: The Future of Manufacturing-Led Development*. The World Bank. Recuperado de <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1174-6>

Harari, Y. (2015). *Homo Deus*. Harvill Secker.

Hurley, J.; Fernández Macías, E.; Storrie, D. 2013. *Employment polarisation and job quality in the crisis*. European Jobs Monitor 2013 (Dublín, Eurofound).

Kaldor, N. (1966). *Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom: An inaugural lecture*. Cambridge University Press.

Keynes, J. M. (1930). Economic Possibilities for Our Grandchildren. En J. M. Keynes, *Essays in Persuasion* (pp. 321-332). London: Palgrave Macmillan UK. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-1-349-59072-8_25

Korinek, A., & Ng, D. X. (2017). The Macroeconomics of Superstars. 5th IMF Statistical Forum, November.

Manyika, J., Lund, S., Chiu, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., Ko, R. & S. Sanghvi (2017). *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation*. San Francisco: McKinsey Global Institute.

Mazzucato, M. (2015). *The entrepreneurial state: debunking public vs. private sector myths*. New York: Public Affairs.

McKinsey Global Institute (2017). *A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity*. McKinsey and Company.

Milberg, W. S., & Winkler, D. (2013). *Outsourcing economics: global value chains in capitalist development*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.

Ministerio de Hacienda. (2018). Automatización del trabajo en Argentina. *Estudios sobre planificación sectorial y regional*. N.º5. Marzo. Buenos Aires.

OIT/Comisión Mundial sobre el Futuro del Trabajo (2019): *Trabajar para un Futuro más prometedor*. Recuperado de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---cabinet/documents/publication/wcms_662541.pdf

OIT/Conferencia Internacional de Trabajo (2019): *Declaración del Centenario de la OIT para el Futuro del Trabajo*. Recuperado de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@relconf/documents/meetingdocument/wcms_711699.pdf

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2018). *Perspectivas Sociales y del Empleo en el Mundo: Tendencias 2018*. Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra: OIT.

Palma, J. G. (2005). Four sources of 'de-industrialisation' and a new concept of the "Dutch disease". In

J. A. Ocampo (Ed.), *Beyond reforms: Structural dynamics and macroeconomic vulnerability* (pp. 71-116). New York: Stanford University Press and World Bank.

Perez, C. (2016). Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: The Role of History in Helping to Shape the Future. En M. Mazzucato y M. Jacobs. *Rethinking Capitalism*. Wiley Blackwell.

Porta, F., Santarcangelo, J. & Schteingart, D. (2017/2018). Cadenas Globales de Valor y Desarrollo Económico. *Revista Economía y Desafíos del Desarrollo*. Vol. 1, N.º1. Diciembre – Mayo. ISSN: 2591-5495.

Rodrik, D. (2015). *Premature Deindustrialization* (No. w20935). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. Recuperado de <https://doi.org/10.3386/w20935>

Salazar-Xirinachs, J.; Nübler, I; Kozul-Wright, R. (2014): Transforming economies: Making industrial policy work for growth, jobs and development International Labour Office. – Geneva: ILO.

Szirmai, A. (2013). Manufacturing and economic development. In A. Szirmai, W. Naudé & L. Alcorta (Eds.), *Pathways to industrialization in the twenty-first century. new challenges and emerging paradigms* (pp. 53-75). Oxford: Oxford University Press.

Tregenna, F. (2015). Deindustrialisation, structural change and sustainable economic growth. *MERIT Working Papers, n.º 032*, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).

Tregenna, F. (2016). Deindustrialization and premature deindustrialization. In E. Reinert, J. Ghosh & R. Kattel (Eds.), *Handbook of alternative theories of economic development* (pp. 710-728). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.

United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2016). *Trade and development report 2016*. Geneva: United Nations.

United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2017). *Trade and Development Report 2017. Beyond austerity: towards a global new deal*. New York Geneva: United Nations.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). (2013). *Industrial Development Report 2013: Sustaining employment growth: the role of manufacturing and structural change*. Vienna: UNIDO.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). (2018). *Industrial Development Report 2018: Demand for Manufacturing - Driving Inclusive and Sustainable Industrial Development*. UN. Recuperado de <https://doi.org/10.18356/b0cad365-en>

Wilson, H. J., & Daugherty, P. R. (2018). *Human + machine: reimagining work in the age of AI*. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press.



CAPÍTULO 2.

EL FUTURO DEL EMPLEO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ARGENTINA

TOMÁS CANOSA

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz se convirtió en sinónimo de industrialización durante el siglo pasado. Las empresas terminales y autopartistas más grandes fueron creadas en los países más desarrollados y a lo largo de las últimas décadas fueron extendiendo su influencia a diversos rincones del mundo. En las últimas siete décadas los países de desarrollo intermedio lograron progresivamente comenzar a fabricar vehículos y esta producción se fue reconfigurando a medida que las distancias entre los países se acortaban, la producción se globalizaba en el marco de las cadenas globales de valor y las nuevas tecnologías daban paso a lo que hoy conocemos como Industria 4.0. En este contexto, los vehículos se están convirtiendo crecientemente en *computadoras con ruedas* y tanto las empresas autopartistas como las terminales pasaron a estar pensadas para mejorar la seguridad, avanzar en el desarrollo de mayor autonomía al vehículo y de conectarlo y dotarlo de servicios.

En este capítulo se describirá el funcionamiento de la industria automotriz a nivel mundial, así como la situación que enfrenta tanto la industria autopartista como la de terminales en Argentina. Esto permitirá entender los desafíos que presenta y las dificultades para avanzar en el marco de la agenda de la Industria 4.0, así como el impacto que tendrá esta situación en términos de empleo. La metodología empleada para este capítulo consistirá en la complementación de tres fuentes de información. Por un lado, revisión de la bibliografía actualizada de artículos especializados en revistas e informes de organismos internacionales. Por el otro, procesamiento de estadísticas de organismos internacionales y nacionales. También se trabajarán con los datos de la Encuesta Nacional de la Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI), la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo del Sector Empresarial (ESID) y con los datos de la encuesta elaborada por la UIA-BID-CIPPEC en 2018. Finalmente, se complementará el trabajo con entrevistas a representantes de las terminales automotrices y autopartistas para profundizar en aquellos aspectos que no están

visibles en las estadísticas. Este trabajo de campo comenzó a realizarse en diciembre de 2018 con entrevistas que tuvieron una duración aproximada de una hora¹⁵.

Este capítulo está estructurado en secciones temáticas. En la primera se describirá la relevancia de la industria automotriz a nivel mundial, destacando el peso que tiene la fabricación, tanto en términos de generación de riqueza como de creadora de empleo y fuente de inversión para Investigación y Desarrollo (I+D). También se describirá el funcionamiento de la industria que opera a nivel global con terminales y proveedores que, dependiendo del desarrollo existente en cada uno de los países, interactúan con compañías autopartistas locales. En la sección II se describirá el panorama de la industria automotriz en Argentina, haciendo un breve resumen histórico de la producción de vehículos que comenzó en la década del cincuenta y que atravesó múltiples etapas. Posteriormente se describirá el funcionamiento y el rol de la industria como motor de la innovación a nivel local. En la sección III se describirá el actual perfil de los trabajadores, a partir de los datos que arrojan las encuestas y las entrevistas realizadas a empresas del sector, insumos clave para identificar cuáles son sus calificaciones y qué demanda esta industria. El objetivo de esta sección también será presentar de qué manera las actuales transformaciones tecnológicas están impactando en la demanda de empleo. En la sección IV se describirán los desafíos que presenta esta coyuntura para la industria en el actual contexto económico, tanto a partir de una revisión de la literatura como de la información que se desprende de los datos cuantitativos y de las entrevistas con los representantes de terminales automotrices y de compañías autopartistas.



¹⁵ Se realizaron entrevistas a representantes de la Asociación de Fabricantes de Automotores (ADEFA) y de la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC). También a representantes de la terminal Toyota, de las empresas autopartistas Mirgor, Industrias Guidi, Carlos Boero, Metalúrgica Lelovaz S.A, Metalsa y Facorsa, además de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), la Universidad Austral y el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).

Sección I.

RELEVANCIA A NIVEL MUNDIAL DEL SECTOR AUTOMOTRIZ

La fabricación de vehículos fue a partir del siglo pasado un símbolo del desarrollo industrial de los países, tanto por la generación de riqueza como por el potencial innovador y la generación de divisas (Womack et al., 1990; Sachs, 1992). La fabricación mundial anual de vehículos supera los 97 millones de unidades y la industria en su conjunto genera ingresos por 2.000.000 millones de dólares. Esto se traduce en que, durante 2018, 10 de las 100 empresas con mayores ingresos fueron empresas terminales o autopartistas (Fortune, 2019).

El peso de la industria automotriz a nivel mundial no se refleja únicamente en la cantidad de unidades fabricadas, o la participación en el valor agregado de la industria, sino también en el análisis de otros parámetros, como la generación de puestos de trabajo. La industria genera a nivel mundial más de 8 millones de empleos directos. Según las últimas estadísticas disponibles, en China hay 1,6 millones de trabajadores en terminales automotrices, en Estados Unidos 954 mil, en Japón 725 mil y en Alemania 773 mil. El aporte del sector en términos de empleo no es únicamente directo, sino también en lo que genera tanto para la industria autopartista como para el resto de la economía, al demandar insumos como acero, vidrio o plástico, entre otros.

La circulación de vehículos está presente, con mayor o menor densidad, en todo el mundo. En promedio hay 182 vehículos cada mil habitantes: en Europa hay 600 vehículos cada mil habitantes, en América del Sur y América Central 176, y en África 42 (OICA, 2018). Si bien la circulación de vehículos está distribuida en todo el mundo, aunque con mercados más saturados que otros, su fabricación está concentrada en

un grupo de países: China, Estados Unidos, Japón, Alemania e India concentran el 62% de la fabricación (OICA, 2018; Tabla 1).

Tabla 1. Producción mundial de vehículos en 2017

Ranking	País	Producción 2017 (millones de unidades)	Participación en producción total
1	China	29,0	29,8%
2	EEUU	11,2	11,5%
3	Japón	9,7	10%
4	Alemania	5,6	5,8%
5	India	4,7	4,9%
6	Corea del Sur	4,1	4,2%
7	México	4,1	4,2%
8	España	2,8	2,9%
9	Brasil	2,7	2,8%
10	Francia	2,2	2,3%

Fuente: elaboración propia en base a OICA (2018)

El peso de estos cinco países en la fabricación de vehículos no fue constante a lo largo de la historia. Si bien la fabricación creció a una tasa anual promedio del 2,9% entre 2012 y 2017, una proporción creciente se produjo en China e India. China se convirtió en el mayor fabricante de vehículos al crecer en promedio del 8,7% anual durante los últimos 5 años (OICA, 2018). En 1999 fabricaba el 3,2% de los vehículos del mundo y en 2017 pasó al 29,8% (OICA, 2018). Este creciente peso de China, tanto en calidad de productor como de consumidor, le permitió convertirse en un jugador de creciente relevancia que se potenciaría en las próximas décadas (Sica et al., 2014).

El desarrollo de China plantea un escenario para un país que no es únicamente un nuevo ensamblador, sino también que crecientemente trabaja para la generación de tecnología y desarrollo de capacidades (Sica et al., 2014). Las transformaciones que atraviesa la industria no están asociadas únicamente al creciente rol de China como fabricante de vehículos, sino también a las modificaciones, tanto en las formas de producir como de consumirlos, y del funcionamiento ya sea por una creciente automatización como por el mecanismo de combustión. Ante este escenario, la relevancia del sector se transfigura, emergen nuevos actores y cambian las posiciones relativas en el marco de las cadenas globales de valor. Todo esto requiere repensar la inserción que tiene cada una de las naciones.

Esta situación representa un desafío para los países de América Latina. Los tres

mayores fabricantes de la región son: México (el 7.º mayor fabricante en 2017), Brasil (el 9.º mayor) y Argentina (el 23.º mayor). Los países de América Latina comenzaron el milenio con un incremento en la fabricación de vehículos. Sin embargo, la participación de la región como fabricante se encuentra en contracción. Entre las tres naciones fabricaron el 7,4% de la producción global de vehículos en 2017, mientras que cinco años atrás la participación había sido del 8,5% (OICA, 2018). La evolución entre estos tres países no fue homogénea: durante los últimos cinco años México mantuvo una tasa de crecimiento anual promedio del 6,4%, mientras que Brasil registró una caída del 3%. Argentina, que es el tercer mayor fabricante de América Latina, fue el que experimentó la peor performance con una caída promedio en la producción del 8,7% entre 2012 y 2017. Ante este escenario, la fabricación en el país se enfrenta a múltiples desafíos que serán discutidos en la sección II.

1. El rol de la industria como motor de la innovación

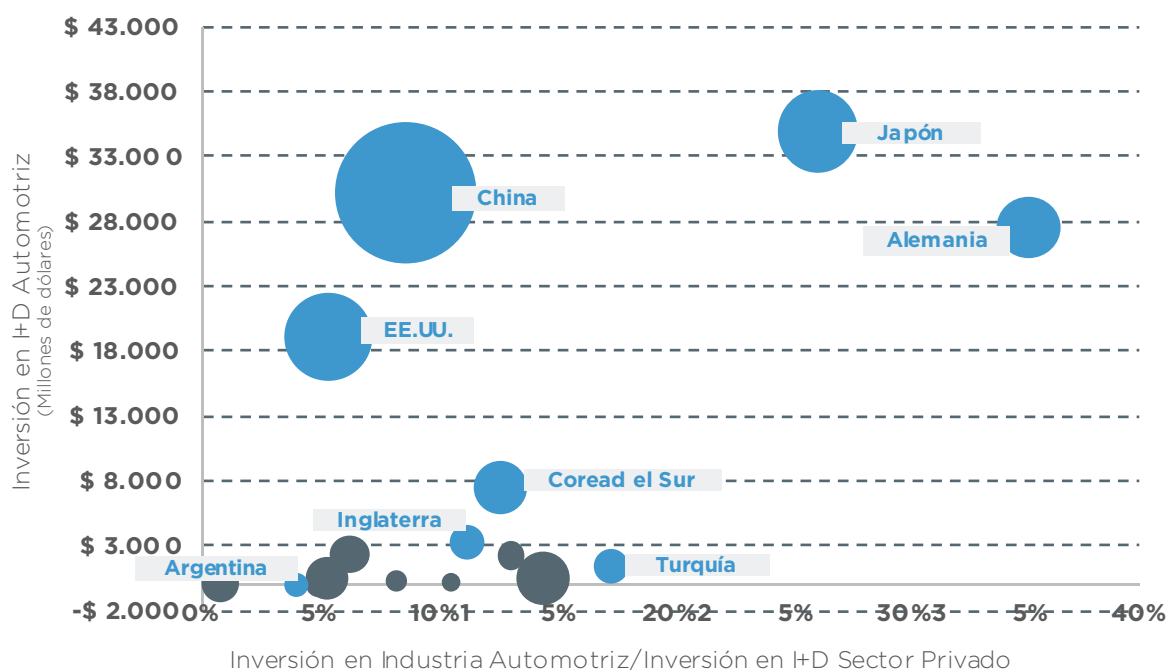
El sector automotriz tuvo históricamente un rol relevante, no solo como motor de la industrialización sino también al introducir modificaciones en los procesos productivos que traspasaron las fronteras de esa industria para ser aplicadas en otras actividades manufactureras (Womack et al., 1990). Estas dos prácticas impulsadas por la industria automotriz se dieron a partir de las experiencias en las plantas de Ford (Estados Unidos) y Toyota (Japón)¹⁶.

El rol de la industria automotriz como motor de la innovación no estuvo únicamente asociado a desarrollar nuevos procesos productivos, sino también a innovar crecientemente en Tecnología. El 9,6% de los recursos destinados a innovación en los países de la OCDE fue utilizado para financiar actividades de innovación en el sector automotriz (OCDE, 2017). Las empresas automotrices de Japón son las que en términos absolutos más invierten en I+D (US\$ 34.845 millones), a pesar de que este país es el tercer mayor fabricante de vehículos. Las compañías chinas, que son las segundas que más invierten, en 2016 destinaron 30.184 millones de dólares y estas inversiones aumentaron 86% en los últimos cinco años. Las compañías de Alemania (US\$ 27.544 millones) y las de Estados Unidos (US\$ 19.078 millones) ocupan el tercer y cuarto lugar respectivamente en materia de mayor inversiones en I+D, según las últimas estadísticas disponibles de la OCDE. El gráfico 1 refleja

¹⁶ Por un lado, existen múltiples antecedentes de la línea de montaje previos al caso de Ford. Un ejemplo es el que se utilizaba en los frigoríficos de Cincinnati, y en la historia existen otros ejemplos en el mismo sentido. Por el otro, la siguiente transformación impulsada en la segunda mitad del siglo pasado fue el “Sistema de Producción de Toyota” o “Lean production” (Womack et al., 1990). Piore y Sabel (1986), la producción flexible tenía como eje la posibilidad de aumentar la producción personalizada y ajustada así como lidiar frente a la incertidumbre de demandas cambiantes y ante las nuevas tecnologías que permitían una mayor flexibilidad. En este esquema los trabajadores son más calificados, la misma máquina se usa para múltiples operaciones, pero reduce costos de inventario así como tiempos de espera (Womack et al., 1990).

la inversión de las compañías en términos absolutos de la industria, pero también la participación de las inversiones del sector privado en la industria automotriz en relación al total de inversiones del sector privado. Alemania es el país que destina más recursos en relación al total de inversiones en I+D, seguido por Japón. Por otro lado, China y Estados Unidos son los dos mayores fabricantes del mundo, pero en relación al total de inversiones destinan menos. Si bien existe una correlación entre los cuatro países que más invierten y los mayores productores, el resto de los países están por detrás tanto en inversión como en fabricación. China, EE.UU. Japón y Alemania representan el 57% de la fabricación y el 85% de inversión en I+D para la industria automotriz. Esta brecha está asociada al modo de producción que se discutirá en la sección II.

Gráfico 1. Innovación en la industria automotriz por país*



* El tamaño representa la cantidad de vehículos fabricada en cada país

Fuente: elaboración propia en base a OCDE y OICA (2018)

En función del nivel agregado, la industria automotriz invierte activamente en Investigación y Desarrollo (I+D), pero también las terminales y empresas autopartistas se destacan en los índices globales de inversión en I+D. Si bien las estadísticas de la OCDE más actualizadas llegan hasta 2016 inclusive, la consultora PwC realiza anualmente un informe sobre las 1.000 empresas que más invierten en I+D a nivel mundial. Esto permite dar cuenta del crecimiento anual de la inversión durante el pasado reciente: de las 1.000 empresas que más invierten formalmente en I+D, el 8,6% están asociadas a la industria automotriz, y esas inversiones representan el 15,3% de sus inversiones totales en I+D. Dentro de la industria automotriz, el 78% corresponde a inversiones de terminales y el 22% restante a las autopartistas (PwC,

2018). La tabla 2 resume la información de las 20 empresas automotrices (terminales + autopartistas) que más invirtieron en 2018, desagregando el país de origen y el monto de la inversión. Como era de prever, las empresas que encabezan el ranking son compañías multinacionales que mayoritariamente fueron creadas en países desarrollados. Asimismo, en el indicador no hay ninguna empresa de América Latina que haya logrado incorporarse en este índice. Tampoco hay empresas de países emergentes que de manera creciente se destacan en la fabricación, como Turquía y República Checa.

Tabla 2. Compañías automotrices que más invirtieron en I+D en 2018

Nombre	T/A	País de Origen	Monto Inversión (billones de dólares)
Volkswagen	Terminal	Alemania	15,7
Toyota	Terminal	Japón	10,0
Ford	Terminal	Estados Unidos	8
General Motors	Terminal	Estados Unidos	7,3
Daimler	Terminal	Alemania	7,1
Honda	Terminal	Japón	7,1
BMW	Terminal	Alemania	5,9
Nissan	Terminal	Japón	4,6
Denso	Autopartista	Japón	4,2
Fiat Chrysler	Terminal	Italia/EE.UU.	3,9
Continental	Autopartista	Alemania	3,7
Renault	Terminal	Francia	3,1
Peugeot	Terminal	Francia	2,7
Hyundai	Terminal	Corea del Sur	2,1
Aisin	Autopartista	Japón	1,7
SAIC Motor	Terminal	China	1,7
Tesla	Terminal	Estados Unidos	1,4
Valeo	Autopartista	Francia	1,3
Suzuki	Terminal	Japón	1,3
Mazda	Terminal	Japón	1,3

Fuente: elaboración propia en base a PWC (2018)

Los esfuerzos de innovación en el sector automotriz también se pueden analizar al observar que esta industria es la que cuenta con la mayor cantidad de robots industriales de toda la economía: en 2016 adquirió el 35% de los robots industriales

(International Federation of Robotics, 2017). La utilización de máquinas en la industria automotriz no es una novedad, pero después de la crisis financiera se aceleró la incorporación por la baja en los precios de los robos industriales, así como el envejecimiento poblacional y los avances que permitieron dotar a estas máquinas de más cualidades (Pacini y Sartorio, 2017; Zamponi, 2017). Este impulso no vino únicamente del sector privado, sino ante cambios en la producción y que obligan a las terminales a modificar sus modelos de negocios y repensarlos. También en múltiples casos es producto de una coordinación con políticas públicas e incentivos para la incorporación de tecnología. Por un lado, en determinadas compañías los Estados nación de Alemania y Francia cuentan con paquete accionario de la compañía¹⁷. Por otro lado, en la mayoría de los casos los Gobiernos intervienen activamente en políticas para promover la industria 4.0, y específicamente la industria automotriz. Brasil, por ejemplo, lanzó en 2018 el Plan Rota 2030 para atraer inversiones y estimular las actividades de I+D. También a nivel regional está el caso de Cataluña que en el Pacto Nacional para la Industria incluyó un punto para fomentar el trabajo de la industria 4.0 *intercluster*, especialmente en la industria automotriz.

Esta agenda de políticas públicas se profundizará en los próximos años producto de las transformaciones que se están experimentando en la industria automotriz. Las innovaciones en la industria de manera creciente se dan en áreas más asociadas al software que al hardware (Schulze et al., 2014). Asimismo, las rentas al interior de la industria se modifican. Tanto estudios de McKinsey (2019) como de Viereckl et al. (2016) prevén significativos cambios. Por un lado, McKinsey (2019) calculó que el modelo de negocios proveniente de las ventas de vehículos y servicios de postventa en Europa aumentará de los 3.000 millones de euros a 5.500 millones en 2030, producto de nuevos modelos de negocios y servicios en información. En la misma línea, la ganancia en la industria automotriz asociada al software y las nuevas tecnologías pasará de representar el 5% de la rentabilidad en 2015 al 36% en 2030 (Viereckl et al., 2016). Esto será producto de las ganancias de movilidad compartida, servicios digitales y proveedores de software y nuevas tecnologías (Viereckl et al., 2016).

2. Caracterización de la industria automotriz a nivel mundial

Las transformaciones, tanto en la organización de la producción como en la incorporación de tecnología, se tradujeron en modificaciones en el funcionamiento de la industria a nivel global. El funcionamiento de la industria profundizó sus modificaciones a mediados de la década del ochenta, producto de la creciente saturación en determinados mercados, las presiones para “fabricar donde se vende”

¹⁷ El Estado alemán cuenta con el 20% del paquete accionario de Volkswagen, y el de Francia con el 15% de Renault y el 13,7% de PSA (UNCTAD, 2017).

y las crecientes demandas de los consumidores (Gereffi et al., 2008). La estrategia de abastecer a las terminales con autopartes provenientes del mismo país donde estaba radicada la casa matriz, o de abastecerse en el país donde se radicó con empresas locales, se modificó. De esta manera, siguiendo la categorización propuesta por Gereffi et al. (2008), el sistema de producción de la industria automotriz cuenta con los siguientes atributos al operar de manera global, regional y local:

1. **Deslocalización de la Producción:** Dietzenbacher et al. (2015), a partir del procesamiento de la Matriz Insumo-Producto Mundial (WIOD) que contiene a los países de la Unión Europea, y un conjunto de otros 10 países desarrollados y en vías de desarrollo, se calculó que la participación del valor agregado local en los vehículos cayó entre 1995 y 2008¹⁸. Sin embargo, existen diferencias entre países porque mientras en Europa la participación local ronda entre el 60% y el 70%, en Japón y Estados Unidos está por encima del 75%, y en los países menos desarrollados significativamente por debajo (Dietzenbacher et al., 2015).
2. **Producción Regional:** si bien en las últimas décadas se diversificó en múltiples países la fabricación de vehículos, la producción está organizada a nivel regional. Gereffi et al. (2008) plantea que esta práctica se fue potenciando por la conjunción de múltiples factores: reaccionar ante modificaciones en la demanda, cumplir con requisitos de componentes locales, aprovechar las economías de escala que requieren las inversiones que son intensivas en capital, la creación de la OMC y el desarrollo de los bloques regionales. Lung et al. (2004) agrega que en 1990 el comercio de vehículos en el Mercosur equivalía al 8,2% en relación al total exportado e importado del bloque, mientras que en 2000 el comercio automotriz intrabloque representó el 39,8%. Tanto las terminales automotrices como las autopartistas funcionan bajo la misma lógica que permite especializaciones en diversos vehículos o autocomponentes, según corresponda.
3. **Actividades principales concentradas en casas matrices:** la industria no es netamente global porque hay una serie de actividades que permanecen principalmente en la casa matriz, ya sea por cuestiones estratégicas o ante dificultades para codificar la información (Gereffi et al., 2008). Las operaciones de control, el desarrollo de la estrategia de la compañía y el diseño son tareas que suelen realizarse en la casa matriz. Esta situación representa desafíos para potenciar las capacidades de los países en desarrollo y avanzar en la creación de tecnología. Esto es así ya que, tal como señala Baldwin (2016), la concentración de determinadas etapas del proceso productivo no permite la consecuente distribución del *know-how* (Baldwin, 2016).

La organización de la producción de la industria automotriz presenta características

¹⁸ Una de las excepciones es China porque el valor extranjero aumentó entre 2002 y 2004, pero posteriormente cayó sistemáticamente hasta 2009. Después volvió a crecer, pero por debajo de mediados de la década del 2000 (Dietzenbacher et al., 2015).

propias que no existen en otras cadenas, como podría ser la electrónica, porque la fabricación de vehículos y autocomponentes no es netamente global, ni regional, ni local; es producto de una conjunción de estos tres factores que permite aprovechar las diferentes potencialidades (por ejemplo la economía de escala o *just in time*) que cada uno ofrece, así como de la distribución de poder dentro de la cadena. Al ser una cadena que opera de manera global, regional y local se generan tensiones entre los diversos actores producto de las disparidades de poder que existe entre los agentes (Gereffi et al., 2008). El funcionamiento de la cadena y de la interacción entre las terminales y los fabricantes de autocomponentes atraviesa, incluso, múltiples transformaciones producto del ingreso de nuevos actores que no provenían directamente de la industria automotriz. Es el caso de las *startups* asociadas al desarrollo de plataforma, softwares y de otras aplicaciones vinculadas a la industria automotriz, como Uber, Cabify, Waze, Lyft, Microsoft, Google, Adasworks, Baidu, Apple, Toshiba y iTrack, entre otras.

El ingreso de estos nuevos jugadores se da en una industria automotriz que atraviesa la transformación de la industria 3.0 y de la 4.0. Por un lado, los avances están asociados a lo que sucede al interior de las fábricas cuando incorporan más robots para avanzar en la automatización de tareas que previamente no era posible o suman Inteligencia Artificial para ordenar el proceso productivo. También mediante la utilización de robots colaborativos, el empleo de impresoras 3D para la fabricación de determinadas piezas y la incorporación de vehículos de guiado automático (AGV) en la planta. Por el otro, la industria 4.0 no modifica únicamente el modo de fabricación, sino que también impacta en el sentido de que los vehículos incorporan cada vez más herramientas para ayudar y guiar al conductor, funcionan con nuevos sistemas de propulsión más amigables con el medio ambiente, son fabricados con una mayor customización y tienen una mayor cantidad de servicios incorporados que permiten que los autos estén permanentemente conectados (Garnero et al., 2018). Siguiendo a ADEFA (2019), las tres transformaciones centrales que experimenta la industria automotriz son los vehículos conectados, eléctricos y autónomos. El grado de madurez no es homogéneo en los tres ámbitos al contemplar la esfera tecnológica, la infraestructura, la aceptación social y los marcos regulatorios (ADEFA, 2019):

1. Vehículos conectados: al contar cada vez más con vehículos conectados con el usuario, con otros vehículos y con la infraestructura, la penetración de estos vehículos seguirá creciendo en los próximos años. Sin embargo, la velocidad no será homogénea porque en los países en vías de desarrollo la adopción será más lenta. El 45% de los vehículos que se vendieron en 2017 en los países desarrollados (incluido China) tenían conexión a Internet incorporada, mientras que en los países en desarrollo el 15%. ADEFA (2030) prevé que en 2025 más del 95% de los vehículos vendidos en naciones desarrolladas tendrá Internet incorporada, mientras que en los países en desarrollo en 2030 más del 90% de los vehículos vendidos contarán

con estas características. ADEFA (2030) plantea que falta madurar tecnologías en determinados aspectos, como por ejemplo el establecimiento sobre las normas de la privacidad y el uso de los datos, así como de una infraestructura adecuada asociada al 5G.

2. Vehículos eléctricos: la madurez será media hasta 2030 por una conjunción de factores. Por un lado, los Gobiernos implementan políticas activas para promocionar la utilización mediante incentivos para la compra, facilidades para la movilidad (habilitación de parkings y otros lugares) y el potenciamiento de modos de combustión más limpios para los transportes públicos. Por otro lado, aún persisten aspectos que dificultan la masificación de estos vehículos, como el grado de autonomía o la duración y velocidad de carga de las baterías. El costo de estos vehículos también es mayor. ADEFA (2019) agrega que para que estos autos se incorporen en mayor medida es necesario contar con una adecuada infraestructura para la carga y con el abaratamiento de los costos, ya que para instalar un dispositivo de carga rápida se requieren entre 10 mil y 15 mil dólares. Por estos motivos es que ADEFA (2019) prevé que, para 2030, dos de cada tres vehículos que se vendan tendrán un motor de combustión interna (ICE, según sus siglas en inglés). En este contexto, los vehículos “híbridos” irán ganando participación al no representar tantos desafíos en términos de infraestructura y de menor costo.

3. Vehículos autónomos: la penetración de vehículos completamente autónomos será baja hasta 2030 por una conjunción de factores, según ADEFA (2019). Los principales limitantes en la esfera tecnológica están asociados a la compatibilización entre los sensores de los vehículos, los radares y las cámaras. Del lado de la infraestructura, es necesario contar con sistemas de telecomunicaciones que toleren los crecientes flujos de datos de manera ininterrumpida, pero también se precisa contar con una “infraestructura” que pueda ser interpretada por el vehículo. También hay aspectos asociados a la aceptación de los consumidores en cuanto a la utilización de sus datos, los aspectos legales (como la responsabilidad ante incidentes), los “peligros” de los ciberataques, que deberán resolverse, y las regulaciones gubernamentales. ADEFA (2019) plantea que en 2030 el 24% de los vehículos serán manejados únicamente por el conductor; el 36% serán vehículos asistidos al contar, por ejemplo, con freno automático de emergencia, control de crucero o asistencia para estacionar; el 23% con automatización parcial al tener mayores escenarios ante los cuales utilizar la modalidad piloto y crucero; y el 17% restante oscilará entre una automatización condicional, elevada automatización, y completamente autónomo. En estas tres categorías el vehículo puede desde estacionarse vía app o conducir en autopista, hasta realizar el estacionamiento de manera remota, tener el piloto automático en las ciudades y finalmente sistema puerta a puerta.

Las modificaciones en estas áreas implican cambios no únicamente para los fabricantes y empresas autopartistas, sino también para los usuarios de los vehículos y para el funcionamiento y la organización de las mismas ciudades. Duarte y Ratti (2018) investigan sobre posibles impactos que tendría, por ejemplo, la masificación de los vehículos autónomos en la cantidad de vehículos que circularían por las calles, en la forma en las cuales están organizadas las ciudades a partir de los espacios que actualmente se destinan para los vehículos estacionados, y a la demanda potencial que habrá de infraestructura. Estos crecientes cambios tecnológicos presentes en la industria automotriz a nivel global representan un desafío para la industria automotriz en Argentina que cuenta con un denso entramado industrial de terminales y compañías autopartistas.



Sección II.

PANORAMA NACIONAL DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Argentina construyó a lo largo de las últimas siete décadas el tercer entramado automotriz más profundo de América Latina después de Brasil y México. La industria automotriz en el país atravesó múltiples etapas a partir de las diversas estrategias impulsadas para el sector. Las políticas para fomentar la instalación de terminales, los porcentajes mínimos de componente nacional que tenían que tener los vehículos, las políticas comerciales y de inserción internacional, y los flujos de Inversión Extranjera Directa (IED) moldearon el perfil del sector automotriz a lo largo de las últimas décadas (Kosacoff et al., 1991; Sourrouille, 1980). En esta sección se describirá brevemente el modo de organización de producción de la industria automotriz en Argentina y se explicarán las principales transformaciones que atravesó el sector a lo largo de las décadas. También se planteará la importancia de la industria automotriz en Argentina como generador de empleo directo, indirecto, y como motor de otras actividades productivas. También el rol que tiene la industria automotriz al promover constantes innovaciones y los desafíos que presenta este sector para avanzar en la agenda de la industria 4.0.

La fabricación de los primeros vehículos en Argentina comenzó en los cincuenta. La producción anual promedio durante toda esa década fue de 10.091 unidades y en la década del sesenta aumentó hasta los 157.566 vehículos en el marco de una creciente radicaciones de empresas. Esta producción se caracterizaba por presentar un bajo nivel de apertura porque se limitaban las importaciones de productos terminados y porque existían elevados porcentajes de integración nacional (Kosacoff, 2007)¹⁹.

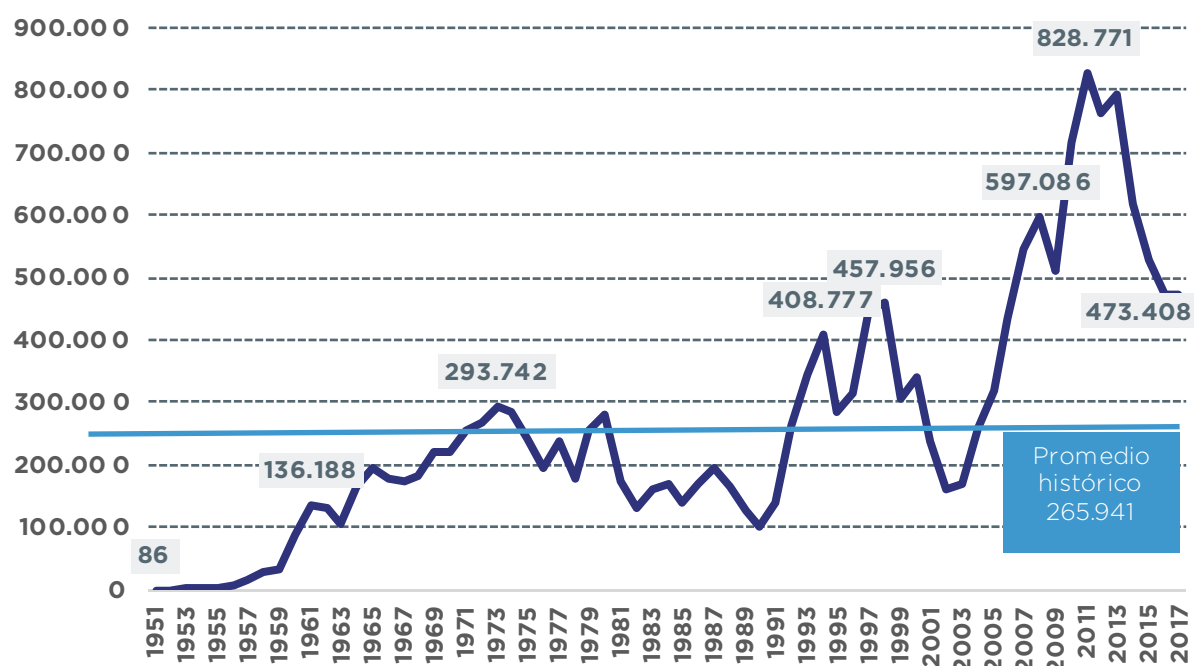
¹⁹ El primer régimen específico para el sector automotriz se sancionó en 1959. Para más información ver Sourrouille (1980).

Kosacoff et al. (1991) agrega que las dos características centrales durante esta etapa eran el establecimiento de crecientes requisitos de integración nacional que se complementaban con elevados aranceles que creaban una reserva de mercado para las automotrices. El incremento de la fabricación anual promedio en la década del setenta fue en torno a las 242 mil unidades, aunque presentando una mayor volatilidad debido a que durante esa década se sancionaron dos regímenes completamente diferenciados (en 1971 y en 1979). El régimen que se sancionó en 1971 establecía mayores requisitos para que se incorpore contenido nacional a los vehículos y también introdujo reintegros a las exportaciones, mientras que en el marco de la segunda mitad de la década del setenta esta lógica cambió: el sector pasó de operar en una economía más protegida a un esquema más aperturista, tanto para la importación de unidades terminales como de autopartes. En la década del ochenta fue la única vez que se produjeron, en promedio, menos unidades anuales que en la década anterior (170.694). La producción en 1980 había estado por encima de las 200 mil unidades y había sido de 87 mil en 1990. Entre finales de la década del ochenta y comienzos del noventa, la producción profundizó su operación bajo la lógica de las cadenas globales de valor, con la radicación nuevamente de empresas extranjeras y con la conformación del Mercosur²⁰. Esto significó un quiebre con respecto al modo de producción de la industria automotriz que existía en el marco de la sustitución de importaciones: las empresas ya no eran multiplantas, sino que complementaban su producción con el Mercosur y con las estrategias globales impulsadas por las casas matrices. Esto se complementaba con los avances informáticos que permitirían organizar de otro modo la producción, así como con la creciente relocalización de actividades y especialización en determinadas tareas²¹. La fabricación de vehículos por año alcanzó, en promedio, las 305 mil unidades en la década del noventa, y aumentó hasta las 357 mil en la década posterior. La producción alcanzó el pico de fabricación en 2011 y en el último lustro fue cayendo año la fabricación, pero manteniéndose por encima del promedio histórico. Esta contracción estuvo asociada principalmente al menor dinamismo que experimentó la economía de Brasil así como al bajo crecimiento registrado por Argentina, que impactó negativamente en el consumo interno (Porta et al., 2016)²².

20 Durante fines de la década del ochenta y principios de los noventa, en el país se registraron alianzas entre terminales automotrices como fueron los casos de Autolatina (Ford + VW) y Sevel (Fiat + Peugeot).

21 En el marco de la década del ochenta también se llevaron adelante casos de especialización intraindustrial de compañías como Transax y Motores Fiat.

22 Las importaciones de vehículos terminados también aumentaron durante 2016 y 2017. Las compras del exterior de unidades crecieron 45% en 2016 y 42% en 2017.

Gráfico 2. Evolución de la fabricación de vehículos en Argentina (1951-2018)

* Desde 2015 no se incluye la producción de camiones

Fuente: elaboración propia en base a Adefa

El sector automotriz en Argentina, al igual que en el mundo, atravesó múltiples transformaciones ya sea de procesos como de incorporación de tecnología. Esto se tradujo en el crecimiento de la productividad a lo largo de los últimos 70 años. La Tabla 3 resume dos *proxis* de la productividad de la industria a lo largo de las décadas. El primer indicador (vehículos fabricados por trabajador en las terminales) tiene deficiencias porque, si bien es sensible a los cambios en la función de producción, como incorporación de capital, también varía en función de estrategias de organización de la producción, como el *outsourcing* o incluso de los hábitos laborales (Arza y López, 2008)²³. Este indicador tampoco es capaz de captar el valor de la producción local porque es independiente del tipo de vehículo que se trate. El otro indicador utilizado (horas trabajadas por vehículo) capta parcialmente los cambios en los hábitos laborales pero sigue sin poder identificar si la menor cantidad de horas se debe a cambios en la función de producción o a modificaciones en las estrategias de organización de la producción. A pesar de estas aristas, los dos indicadores son el reflejo de las modificaciones en los modos de producción y de las múltiples transformaciones que en determinados momentos se llevaron adelante.

La producción automotriz en Argentina en las décadas del sesenta y setenta se

²³ Arza y López (2008) agregan que, según la medición de ocupación, la productividad en Estados Unidos en 2001 era de 41 vehículos por ocupado y en Japón de 54,7 lo que implicaría que cada operario produce “en promedio” 2,5/3,3 veces más que un argentino. Esto sería producto tanto de la robotización en las plantas de Estados Unidos y Japón, como de los bajos niveles de integración.

mantuvo en niveles constantes. Durante estas dos décadas la fabricación estaba lejos de alcanzar la frontera tecnológica que se experimentaba en los países centrales (Sourrouille, 1980). La situación comenzó a cambiar en 1979 y la productividad se incrementó en la década del ochenta a partir de la conjunción de múltiples efectos:

> **Tercerización de tareas que previamente se realizaban en las terminales:** Kosacoff et al. (1991) refleja el fenómeno al comparar que la actividad autopartista equivalía en 1973 al 57% del valor bruto de producción (VBP) de las terminales, mientras que en 1984 se había incrementado al 69%.

> **Mejoras en procesos e incipiente automatización:** en relación a las observaciones planteadas por Arza y López (2008), Kosacoff et al. (1991) calcula que el “efecto productividad”, descontando el *outsourcing*, representa el 40% del incremento en la productividad.

> **Importación de partes y piezas que previamente se producían localmente.**

Tabla 3. Fabricación y Productividad en el Sector Automotriz

Década	Fabricación promedio anual	Productividad Vehículos por Trabajador	Productividad Horas por vehículo
1950-1959	10.091	-	-
1960-1969	157.566	5,0	252,4
1970-1979	242.277	5,2	249,2
1980-1989	170.694	7,0	197,2
1990-1999	305.942	13,6	128,3
2000-2009	357.072	18,8	73,0
2010-2018	628.626	20,4	55,9

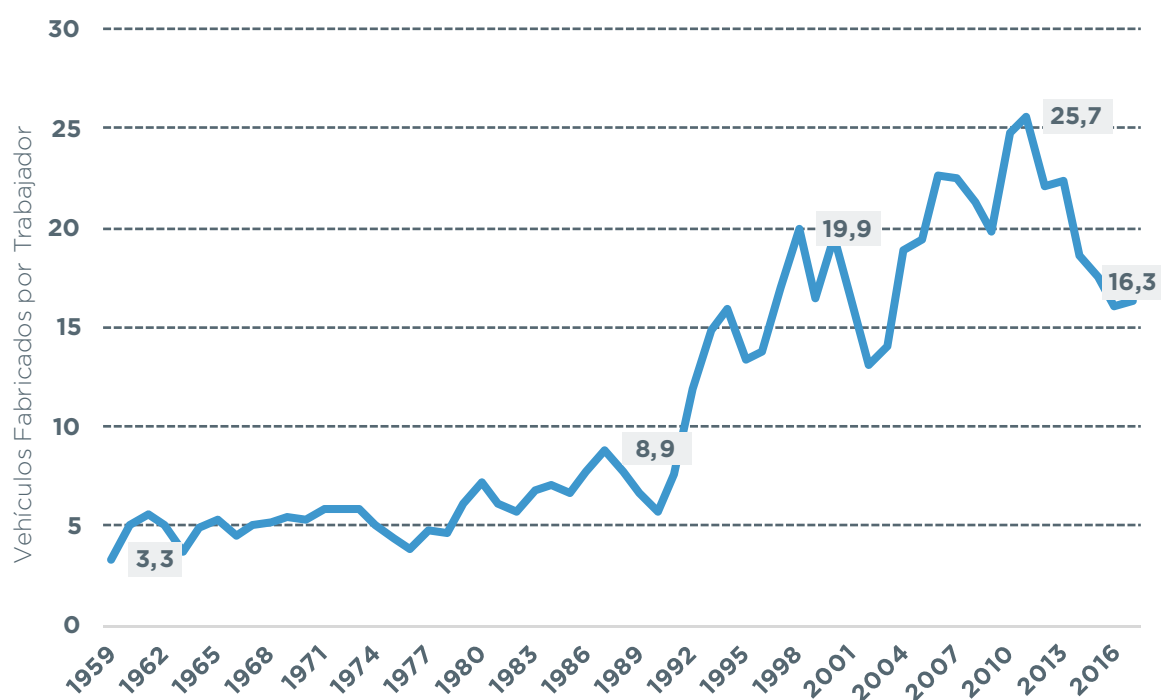
Fuente: elaboración propia en base a Adefa

Estos fenómenos se potenciaron en la década del noventa con las constantes modificaciones en los procesos así como con el progresivo reemplazo de tecnología mecánica por electrónica, modificaciones establecidas en las normas regulatorias y apuntaladas por los cambios en las estrategias de las empresas que permitieron una significativa mejora en la productividad. La instalación de fábricas más modernas permitió achicar la brecha tecnológica y también dejaron de fabricarse vehículos con rezago con respecto a los países centrales (Katz, 1998; Kosacoff et al., 1999)²⁴. Siguiendo a Kulfas (2016), si el vehículo “prototípico” fabricado en Argentina en la década del setenta era significativamente atrasado en comparación con los producidos en Europa o EE.UU., pero con una alta proporción de contenido local, en

²⁴ Motta et al. (2007) plantea que esta situación generó múltiples tensiones en la industria autopartista a partir de las dificultades para dominar las nuevas tecnologías.

la década del noventa las brechas se achicaron, pero se incrementó la participación de insumos importados. El crecimiento de la productividad se potenció durante el nuevo milenio por un incremento en la producción y un aumento, aunque a menor velocidad, de la mano de obra (Gráfico 4). De esta manera, se logró que de las cinco unidades que en promedio fabricaba cada operario en la década del sesenta, se incrementara a siete vehículos en la década del ochenta, para llegar a los 13 vehículos en los noventa, aumentar a las 18,8 unidades en los 2000 y crecer hasta los 20,4 vehículos entre 2010 y 2018 (Gráfico 3).

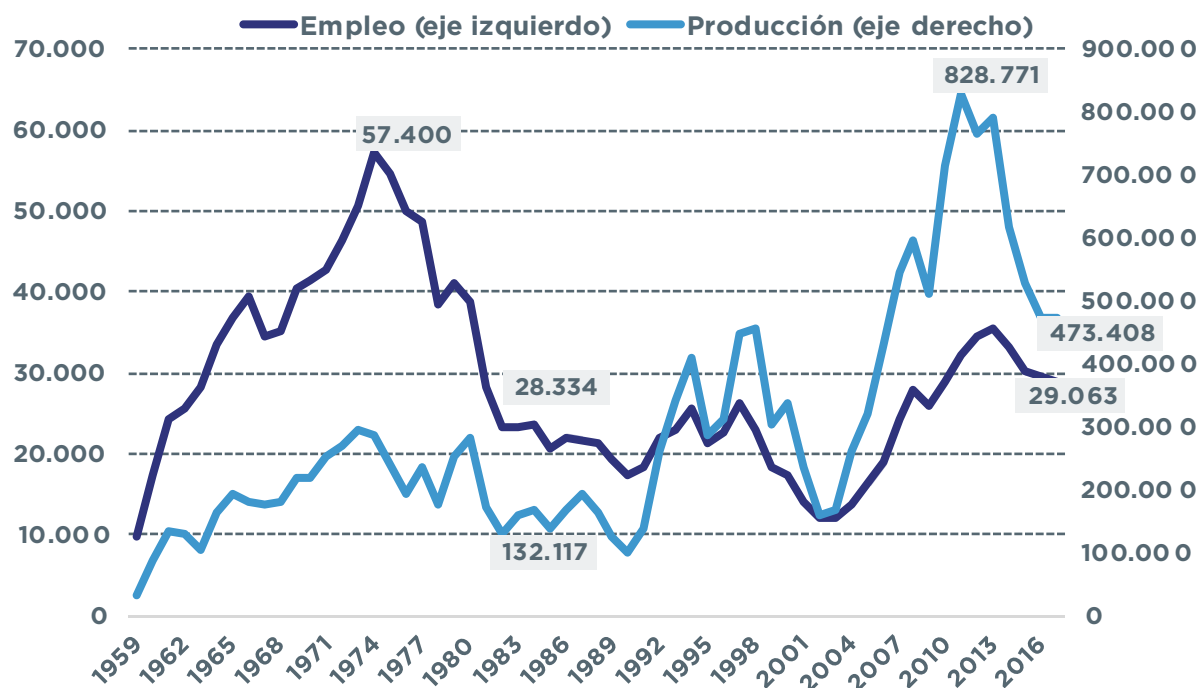
Gráfico 3. Cantidad de Vehículos fabricado por trabajador (1959–2017)



* Desde 2015 no se incluye la producción de camiones

Fuente: elaboración propia en base a Adefa y Ministerio de Producción y Trabajo

Gráfico 4. Evolución del empleo y la fabricación de vehículos en Argentina (1959-2017)



Fuente: elaboración propia en base a Adefa y Ministerio de Producción y Trabajo

1. Las empresas del sector automotriz: terminales y fabricantes de autocomponentes

La industria automotriz se fue reconfigurando a lo largo de las décadas. Esto se tradujo en que variara la cantidad de terminales, de empresas autopartistas, de trabajadores tanto en las terminales como en las autopartistas, del aporte de la industria automotriz al valor bruto de producción y en las exportaciones e importaciones.

Argentina contaba en 1953 con 354 establecimientos dedicados a la fabricación de vehículos automotores y en 1963 (cuando comenzó a madurar la producción local) se llegó a los 3.579 (Kulfas, 2018). Actualmente el sector automotriz presenta realidades disímiles a las existentes cuando comenzó la fabricación de vehículos en Argentina. La tabla 4 resume las principales características de esta industria que está conformada por 11 terminales fabricantes de automóviles y utilitarios, que tienen la mayoría de sus operaciones distribuidas en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, y que generan 28.786 empleos directos²⁵. La producción de estas

²⁵ Las 11 terminales que fabrican vehículos en el país son Ford, General Motors, Nissan, FCA (Fiat), Mercedes Benz, PSA Peugeot-Citroën, Renault, Toyota, Volkswagen, Honda e Iveco (Grupo Fiat). General Motors es la única que fabrica en Santa Fe; Volkswagen, Fiat, y Renault tienen plantas en Córdoba, y Toyota, PSA Peugeot Citroën, Honda, Ford, Mercedes Benz y Volkswagen en la Provincia de Buenos Aires (Ministerio de Hacienda, 2016).

terminales no opera de manera aislada del resto de la región y del mundo, tal como se mencionó en el capítulo 1. Por lo tanto, las decisiones de fabricación de vehículos en Argentina están determinadas, entre otros factores, por lo que sucede en los otros dos mayores mercados de la región: Brasil y México. La industria automotriz a nivel mundial tiene un peso marginal dado su peso en la fabricación de vehículos (0,5%), pero a nivel regional tiene una mayor importancia aunque inferior a Brasil y México. De esta manera, las terminales no fabrican en cada uno de estos países los mismos modelos, sino que suelen contar con diversas plataformas en las distintas naciones para complementar la producción. La instalación está determinada por una conjunción de factores como el tamaño del mercado, la instalación de proveedores y acuerdos con autoridades, entre otros. Esto se traduce en una homogeneización a nivel global en las plantas locales de las terminales y también en “una reducción de los grados de libertad y poder de decisión del *management* local de las filiales ‘periféricas’, que tienden a operar dentro de un mercado interno intracorporativo, proveyendo partes específicas a otras filiales dentro de un esquema de especialización internacional de la producción” (Kosacoff et al., 1991:39).

Estas terminales radicadas en el país interactúan permanentemente y de manera directa con unas 300 empresas autopartistas que conforman el primer anillo de proveedores (Ministerio de Hacienda, 2016)²⁶. Las terminales son quienes imponen los estándares y las pautas que tienen que cumplir sus proveedores. Los proveedores del primer anillo suelen ser grandes firmas, con estructuras que les permiten impulsar grandes inversiones, tener procesos de ingeniería y contar con la capacidad de producción modular. Estas compañías, que suelen estar encargadas de desarrollar partes del motor y sistemas de dirección y suspensión, entre otros componentes, suelen ser las más eficientes porque son las que consiguen las aprobaciones de las terminales y las normas de calidad (Cantarella et al., 2008; Kosacoff et al., 1999; Ministerio de Hacienda, 2016). Estos proveedores del primer anillo pueden ser de dos tipos. Por un lado, proveedores globales que fueron impulsadas por las propias terminales para radicarse en el país. Cantarella et al. (2008) y Kosacoff et al. (1999) describen esta situación como *global outsourcing* porque les permite a las terminales aprovechar la capacidad de los proveedores instalados en diversas regiones del mundo. La existencia de grandes proveedores extranjeros que operan como locales representa un desafío para los proveedores nacionales en los países emergentes porque cuentan con menor escala que sus competidores extranjeros y porque tienen mayores dificultades para responder a las necesidades de sus clientes (Cantarella et al., 2008). Por otro lado, también hay empresas nacionales

26 Según el Ministerio de Hacienda (2016), el 72% de la facturación de las terminales equivale a los insumos, partes y piezas para la fabricación de vehículos automotores. Cantarella et al. (2008) agrega que las terminales delegan cada vez más la responsabilidad del desarrollo, manufactura y ensamblado de conjuntos importantes a sus proveedores, dotando a la cadena de proveedores de una mayor participación en el valor agregado de la industria.

que abastecen directamente a las terminales automotrices²⁷. Kosacoff et al. (1999) plantea la existencia de dos fuerzas tendientes a impulsar la producción de las empresas nacionales del primer anillo:

1. **Normas de compensación de comercio exterior impulsadas por los Gobiernos.**
2. **Estrategias impulsadas por las terminales para reducir los stocks, lo cual se traduce en priorizar la posibilidad de contar con una oferta cercana.**

Además de las empresas que les venden directamente a las terminales, en la industria autopartista también hay casi unas mil empresas que están en el segundo o tercer anillo y que se encargan de proveer a las compañías del primer anillo o venden al mercado de reposición. Al igual que las terminales, las autopartistas están localizadas principalmente en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe para poder abastecer su demanda²⁸. Ministerio de Hacienda (2018) aclara que las empresas radicadas en este anillo suelen fabricar partes y componentes más estandarizados y que cuentan con un menor nivel de complejidad. Estas compañías suelen ser talleres especializados y mayoristas que se encargan de adaptar y transformar las piezas en función de las necesidades que existan en el mercado local.

Tabla 4. Perfil de la industria automotriz en Argentina (2018/2019)

Industria Automotriz	Terminales	Autopartistas	Total
Cantidad de empresas ²⁹	11	1.521	1.621
Empleo directo ³⁰	28.786	47.722	76.508
Salarios ³¹	\$60.582	\$31.815	\$42.641
Fabricación ³²	466.649 unidades		
Participación en el VBP industrial ³³	7,5%		
Balanza comercial ³⁴	- US\$ 620 MM	- US\$ 9.640 MM	-US\$ 10.260 MM

Fuente: elaboración propia en base a INDEC, Ministerio de Hacienda y Ministerio de Producción y Trabajo

²⁷ Para este trabajo se entrevistó a Mirgor, Industrias Guidi y Boero que integran el primer anillo de proveedores, ya sea de fabricantes de automotores como de remolques y camioneras.

²⁸ Hacienda (2016) sostiene que el 85% de las firmas autopartistas se encuentran en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe.

²⁹ Fuente: Ministerio de Hacienda y Ministerio de Producción y Trabajo (2017). De las 1.521 empresas autopartistas más de 300 empresas están en el primer anillo y le venden directamente a las terminales (Ministerio de Hacienda, 2016). Las empresas autopartistas están desagregadas entre las que fabrican carrocerías para vehículos automotores, y remolques y semirremolques (311) y aquellas que producen partes, piezas y accesorios para vehículos automotores y sus motores (1.210)

³⁰ Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo. Empleo a fines de 2017.

³¹ Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo. Salario bruto mensual promedio en 2017.

³² Fuente: ADEFA. La fabricación de automóviles fue de 208.573 unidades y de utilitarios de 258.076.

³³ Fuente: INDEC (2019). El 7,5% es el peso de la fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques en el valor bruto de producción a precios de 2004.

³⁴ Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo, y Ministerio de Hacienda (2019).

2. La innovación en la industria automotriz

La industria automotriz, además del impacto en la economía, tanto a partir de la agregación de valor como de la generación de empleo, también se ha destacado a partir de ser una de las ramas más activas de la industria manufacturera en las actividades de Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). El rol que alcanzó la industria automotriz como motor de la innovación no está determinado únicamente por las diferencias en los precios relativos en cada momento entre tecnología, capital y trabajo, sino que es producto de la historia y de cómo el sector se fue amoldando en las diversas etapas y adaptando frente a las múltiples transformaciones.

Tal cual se explicó en la parte general, Argentina presenta una menor inversión en I+D que los países desarrollados, tanto en términos agregados como en las actividades de inversión impulsadas por el sector privado. En este marco, la industria automotriz que en 2015 invirtió 295 millones de pesos, representó el 4% de la inversión en I+D del sector privado y el 7% de la inversión en la industria manufacturera, según el relevamiento que realizó en 2016 el Ministerio de Ciencia y Tecnología en la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo del Sector Empresarial (ESID) para medir los recursos económicos y humanos destinados a actividades de I+D en el sector privado³⁵. Según este relevamiento, si bien la industria automotriz no es la que destina más recursos a actividades formales de I+D, es la quinta de toda la economía que más recursos destina para el desarrollo experimental después de la industria farmacéutica, los servicios *high-tech*, las semilleras, y los alimentos y bebidas³⁶. En el caso de la industria automotriz la inversión está asociada a la incorporación de nuevas tecnologías. La tabla 5 resume la información asociada a los montos de inversiones en actividades de I+D en ciencia básica, aplicada o desarrollo experimental.

³⁵ 31,8 millones de dólares contemplando que la cotización promedio del dólar en 2015 fue de \$9,26. El dato de ESID (2016) está en línea con los resultados de la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI) que se realizó entre 2010 y 2012 en el entramado industrial. Esta encuesta concluyó que el 11% de la inversión en actividades de innovación en la industria manufacturera fue realizada por la industria automotriz, naval y equipamiento ferroviario.

³⁶ Investigación Básica corresponde a trabajos experimentales o teóricos independientes de su aplicación; Investigación Aplicada son trabajos originales dirigidos a una implementación práctica determinada; y Desarrollo Experimental corresponde a actividades y trabajos que se realizan utilizando como materia prima los conocimientos ya existentes y apunta a la utilización de nuevos materiales, o producción de nuevos bienes, por ejemplo.

Tabla 5. Tipo de innovación de la industria automotriz en Argentina

Industria automotriz	Millones de pesos corrientes (2015)	Participación en el total privado
Recursos destinados a I+D	AR\$ 295	4%
Desarrollo experimental	AR\$ 185	5%
Ciencia aplicada	AR\$ 92	3%
Ciencia básica	AR\$ 11	2%

Fuente: elaboración propia en base a ESID (2016)

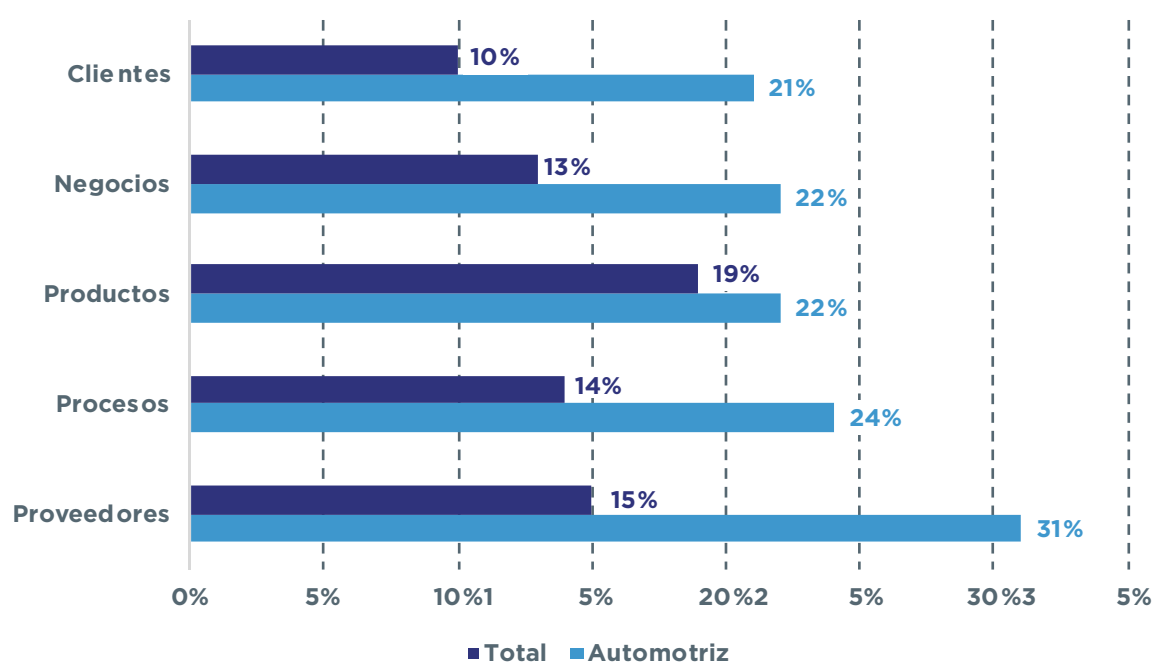
El análisis de los microdatos de la ENDEI, si bien es de comienzos de la década, arroja mayor información sobre el tipo de innovación que se realiza en la industria automotriz, tanto en las terminales como en las empresas autopartistas. El tipo de innovación en el sector automotriz está concentrado principalmente en I+D interna³⁷: el 54% de las terminales realizaron I+D interna, mientras que en el caso de las autopartista fue el 43%. Estas actividades de I+D internas no suelen encargarse del desarrollo de nuevos modelos de vehículos, que principalmente se llevan adelante en las casas matrices, pero sí de mejorar constantemente inversiones en procesos o en el desarrollo de matrices o herramientas. Las inversiones en I+D interna de las autopartistas están asociadas a la modernización de sus procesos, en llevar adelante mecanismos de mejora continua, obtener normas de calidad certificada y realizar en entregas *just in time*. Arza y López (2008) coinciden en que las terminales no suelen contar con departamentos independientes de I+D ni tampoco tener estructuras que permitan avanzar en el diseño de productos. Los autores agregan que, en la mayoría de los casos, las modificaciones adaptativas se realizan en el exterior, y que las actividades de I+D en las empresas suelen estar asociadas a mejores industriales y al desarrollo de la imagen y marcas. Sin embargo, existen casos de ajustes en el desarrollo de los productos que se realizaron localmente. Toyota lanzó a fines de 2018 la Hilux GR Sport, que es el primer desarrollo local de Gazoo Racing Company (marca de Toyota para el deporte automotor).

Estos argumentos planteados por Arza y López (2008), también están presentes al analizar los datos del relevamiento realizado por la UIA-BID-CIPPEC en 262 empresas industriales. Las empresas automotrices están mejor que el promedio de las compañías que fueron incorporadas en el estudio, según el análisis que contempló la situación de las empresas en cinco esferas de la producción (relación con proveedores, desarrollo de producto, gestión de la producción, relación con clientes y gestión del negocio). El gráfico 5 resume cómo están las empresas automotrices

³⁷ La I+D interna está asociada al trabajo creativo realizado dentro de la compañía en forma sistemática con el objetivo de generar nuevo conocimiento, aplicar o aprovechar un nuevo conocimiento. La I+D externa se refiere a aquel trabajo creativo que no se lleva adelante en la empresa, sino que es llevado adelante por personas/instituciones que están por fuera de la empresa (ENDEI).

con respecto al total de compañías relevadas. El mayor avance se da en la relación con los proveedores y en los procesos productivos, reflejando los avances que presentan las compañías en estas etapas de la producción. El 31,1% de las empresas automotrices utilizan para interactuar con sus proveedores soporte informático de los procesos de compras, *stocks* y pagos o seguimiento en tiempo real de pedidos y de logística de proveedores, mientras que el 20,3% tiene incorporado en sus procesos productivos sistemas integrados de ejecución de procesos, utilización de vehículos de guiado automático (AGV), comunicación *Machine-to-Machine* (M2M) u otros sistemas inteligentes.

Gráfico 5. Empresas que utilizan Tecnologías 3.0 y 4.0 en etapas de la producción

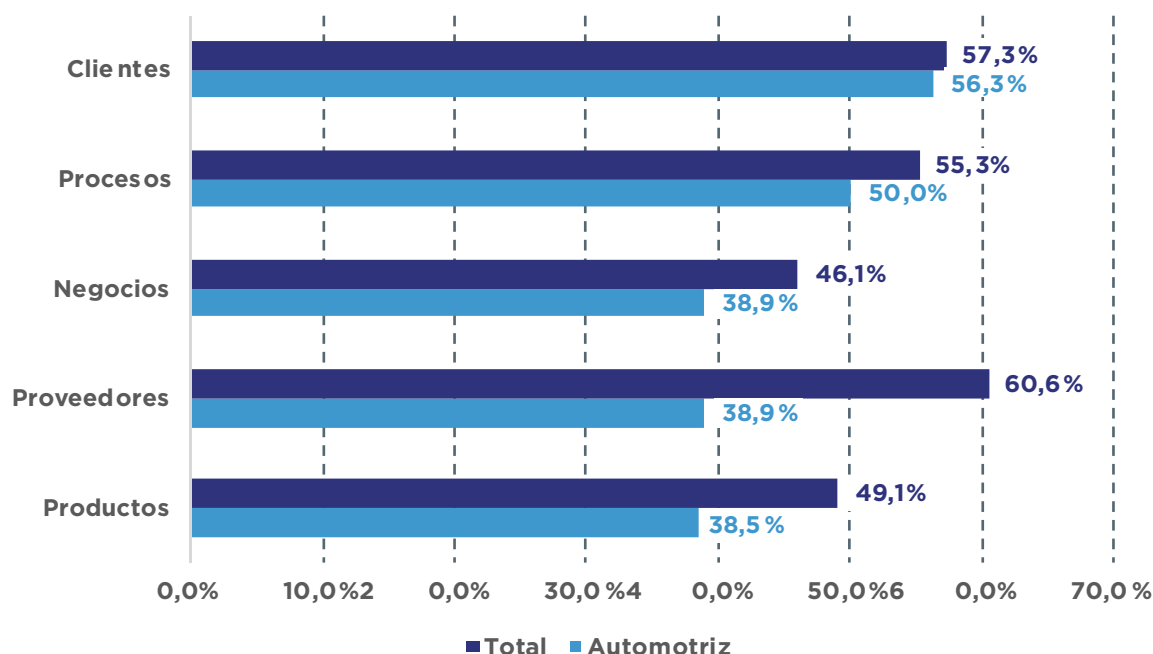


Fuente: elaboración propia en base a UIA-BID-CIPPEC (2018)

La industria automotriz continuará invirtiendo activamente en aquellas tecnologías asociadas en la mejora del desarrollo de proceso en los próximos diez años. El 12% de las empresas del sector ya implementa estrategias para incorporar tecnologías de la industria 4.0 en la gestión de los procesos productivos, mientras que el 15% de las empresas encuestadas realiza estudios iniciales y el 16% definió los proyectos pero todavía no los comenzó a incorporar. La industria automotriz también avanzará activamente para fortalecer los mecanismos de diálogo con los usuarios y clientes ya sea a partir de nuevos patrones de consumo y/o monitoreando el producto a partir de los dispositivos conectados. Las firmas Toyota y Volkswagen lanzaron entre fines de 2018 y comienzos de 2019 alquileres temporarios de vehículos que puedan realizarse desde el celular. A pesar que las empresas argentinas invertirán activamente en la próxima década en el desarrollo de procesos y diálogo con usuarios

y clientes, la industria automotriz no logrará, según el relevamiento, revertir el escaso protagonismo que tiene en Argentina como desarrollador de productos. El 42% de las empresas del relevamiento no está realizando ninguna acción para avanzar en el desarrollo de productos ya sea utilizando realidad virtual o simulaciones o realidad aumentada.

Gráfico 6. Empresas automotrices y totales que prevén estar en 3.0/4.0 en próximos 10 años



Fuente: elaboración propia en base a UIA-BID-CIPPEC (2018)

El financiamiento es uno de los mayores limitantes para las empresas del sector de cara a avanzar en la agenda de la incorporación de tecnología. La escasez de fondos y el desconocimiento de los instrumentos tanto públicos como privados impactan adversamente en la incorporación de estas tecnologías. Este resultado se encuentra tanto en la ENDEI (2010-2012) y la ESID (2016) como en el estudio realizado por la UIA-BID-CIPPEC (2018). Las compañías suelen utilizar los fondos propios para impulsar las inversiones en I+D. Según la ENDEI, el 68% de las terminales utilizaron fondos propios para financiar proyectos de innovación, mientras que en las empresas autopartistas el peso fue del 63%³⁸. Asimismo, según la ENDEI existe un desconocimiento sobre las herramientas existentes: el 19% de las empresas autopartistas desconoce la existencia de instrumentos de la Secretaría PyME del Ministerio de Producción, mientras que el acceso a fondos extranjeros para la innovación es una vía desconocida para el empresariado argentino. El acceso a la

³⁸ El informe del Ministerio de Ciencia y Tecnología (2015) arroja que la inversión con fondos propios de actividades de I+D en la industria automotriz es aún mayor y llega al 90%. El 4% se financia con aportes de la casa matriz, el 3% recursos públicos y el 3% restante con bancos.

mayor cantidad de fuentes de financiamiento es una de las variables centrales para avanzar en el desarrollo de nuevos productos (Coatz et al., 2018). Los autores, a partir del análisis de la ENDEI, encontraron que los sectores que realizan más innovaciones en nuevos productos cuentan con más fuentes de financiamiento internas y externas que el promedio de las ramas industriales.

La industria automotriz está atravesando, tal cual se mencionó en el capítulo 1, múltiples transformaciones asociados a dotar a los vehículos de mayor autonomía, de nuevas formas de combustión y hasta la forma en la cual los usuarios “consumen” los autos. La falta de acceso al financiamiento es un obstáculo, pero también los plazos para realizar las amortizaciones. El 26% de los encuestados de la industria automotriz en el estudio UIA-BID-CIPPEC (2018) estimó que la extensión de los plazos para realizar la amortización es el segundo motivo por el cual a las empresas del sector se les dificulta avanzar en esta dirección. La tabla 6 resume algunas de estas transformaciones que se están experimentando en la industria ya sea por el empleo de otros materiales o de creciente incorporación de tecnología. En la sección V se plantearán los desafíos que presenta la industria automotriz en Argentina para avanzar en la agenda de la Industria 4.0.

Tabla 6. Ejemplos de algunas transformaciones en los autocomponentes

Autocomponente	Tipo de Transformación
Aires acondicionados	El aire acondicionado se adapta a los gustos de los distintos integrantes del vehículo y en función de la información regula automáticamente la temperatura. También es más amigable con el medio ambiente y el aire que arroja es más saludable.
Radiadores	Los vehículos eléctricos no necesitan radiador, pero sí continuarán precisando los vehículos híbridos. Los materiales para la fabricación estarán concentrados principalmente en el aluminio porque son más livianos y de esta manera progresivamente reemplazan al cobre.
Ejes	Mayor customización a partir de la utilización de Impresoras 3D. Principalmente para aquellos vehículos, como camiones o tractores, que tienen menores economías de escala.
Carrocería	Carrocerías más livianas para necesitar menos fuerza de los sistemas de propulsión. La reducción del peso se logra con la utilización de aceros de una mayor denominación lo cual requiera contar con prensas procesadoras para trabajar con ese acero.
Neumáticos	El neumático cambia su presión de inflado y anchura según la superficie del piso

Fuente: elaboración propia en base a entrevistas a actores de la industria automotriz

3. Las instituciones de innovación en el sector

El entramado productivo del sector automotriz interactúa principalmente con tres entidades: el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), que es el proveedor de servicios técnicos, ensayos y asesoramiento; el CONICET, que forma a doctores y científicos que tienen conocimientos para asistir al entramado productivo, y el sistema educativo integrado por escuelas secundarias, universidades e instituciones que ofrecen calificaciones de especializaciones para los alumnos.

El diálogo existente entre el entramado automotriz y las vinculaciones con universidades y centros científicos-tecnológicos es menor a la existente en otras actividades industriales. Barletta et al. (2013) calculó que el 50% de las empresas del entramado no tiene ninguna vinculación con este tipo de entidades. Sin embargo, existen heterogeneidades porque las terminales suelen mantener un mayor vínculo con alguna de estas instituciones que las empresas autopartistas globales, de equipos originales y reposición.

El sector automotriz históricamente dialogó con el INTI. La creación del organismo coincidió con el desarrollo del sector automotriz en Argentina. Esta sinergia que existió durante los primeros años motivó que en 1960 se creara el Centro de Investigación Automotriz (CIA) producto de la coordinación público-privado. El objetivo era apoyar el desarrollo de la industria automotriz en áreas como metrología dimensional y magnitudes eléctricas (Oslak et al., 1982). Sin embargo, el rol activo que existió entre esta industria y el INTI no logró profundizarse a lo largo de las décadas. La contracción que se vivió en la producción, así como los recortes presupuestarios impulsados en los noventa en el INTI, llevaron a que se suspendieran esfuerzos de desarrollos (Schvarzer, 1998). Las empresas suelen asistir a consultar al INTI cuando tienen dificultades que no pueden resolverse a nivel interno y por eso acuden a expertos externos a las firmas. Actualmente la sinergia entre el INTI y el sector automotriz está asociada principalmente a la interacción del entramado productivo con los centros del sector metalmecánico que ofrecen asistencia técnica, certificaciones, calibraciones, metrología e investigación y desarrollo. Los Centros de I+D para el sector metalmecánico están radicados en Buenos Aires, Córdoba, Rosario, Tucumán, Rafaela, Mendoza y Mar del Plata. Barletta et al. (2013) agrega que el INTI y la Fundación de Proveedores Autopartistas (PROA) alcanzaron un acuerdo para fomentar el desarrollo del sector autopartista y este acuerdo motivó la creación de una red de laboratorios para hacer frente a las necesidades de las empresas autopartistas para avanzar y mejorar los controles de sus partes y conjuntos (Barletta et al., 2013).

El INTI es el organismo a nivel nacional que tiene como eje el trabajo para promover la innovación en el sector industrial, y a nivel regional existe, por ejemplo, la Agencia

Santafesina de Ciencia, Tecnología e Innovación (ASaCTel). Este organismo depende del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la provincia y otorga financiamiento para promover la innovación científica y productiva en iniciativas como “Innovación Productiva 2018” e “Investigación aplicada en PyMEs 2018”. La Ley 13.742 de la provincia estableció que la Agencia tendrá un Consejo Ejecutivo así como un Consejo Científico, Tecnológico y de Innovación, lo que permitirá la interacción del sector público, privado, y científico-tecnológico. El organismo contó en 2018 con un presupuesto de 71,8 millones de pesos y en 2019 de 104 millones de pesos.

La interacción entre el entramado automotriz y el CONICET no logró trascender más allá de investigaciones puntuales que fueron impulsadas por determinadas compañías del sector privado, a pesar que el organismo cuenta con calificador recursos humanos para llevar este tipo de iniciativas adelante. Los actores consultados sobre esta interacción coincidieron en que si existió algún trabajo en conjunto, fue por vinculaciones a nivel personal pero no a nivel institucional entre el Conicet y las instituciones y/o empresas.

El sistema educativo también dialoga permanentemente con el entramado automotriz, contemplando las especificidades que se precisan según los distintos niveles educativos (secundario, especialización, profesional y universitario). Las innovaciones que se dieron crecientemente en la electrónica de la industria automotriz impulsaron al sector a potenciar el diálogo con las instituciones educativas. La tabla elaborada a partir de las estadísticas del Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET) contiene la cantidad de instituciones que ofrecen diversos programas relacionados directamente con la industria automotriz y la cantidad de estudiantes en cada una de estas instituciones.

Tabla 7. Instituciones Educativas con carreras específicas para el sector automotriz

	Cantidad de instituciones ³⁹	Cantidad de alumnos ⁴⁰
Educación media	66	9.043
Especialización	9	880
Profesionalización	613	22.440
Universitario	3	-

Fuente: elaboración propia en base a INET (2012 y 2017)

Educación media: En el país hay de 66 instituciones educativas de educación media que otorgan título de Técnico en Automotores (95% en instituciones públicas). Estas instituciones están concentradas principalmente en las provincias de Buenos Aires (35%) y Córdoba (24%). En 2011 había 9.043 alumnos matriculados (equivalente al 1,3% de los estudiantes matriculados en escuelas técnicas).

Técnico superior automotriz: se estudia en nueve instituciones. En los Institutos Técnicos de Educación Superior en 2011 había 880 alumnos.

Formación profesional: 613 instituciones, en su gran mayoría públicas, que otorgan una certificación en formación profesional. En 2011 había 22.440 alumnos matriculados en estas especialidades (9,5% de los estudiantes del total que se capacitan en este tipo de entidades).

Universitario: En el país hay dos carreras de grado asociadas directamente a la industria automotriz. La Universidad de Defensa Nacional ofrece la carrera de Ingeniería Mecánica con orientación en automotores, mientras que la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) cuenta con la carrera de grado para recibirse en Ingeniero en Industria Automotriz. La carrera se cursa en la sede que tiene la UTN en Pacheco, lo cual permite un diálogo permanente entre los múltiples actores del entramado productivo. La carrera en la UTN se inició en 2012 y a fines de 2018 contaba con 13 graduados, 35 que dejaron de cursar y en proceso de recibirse, y con una planta de 215 alumnos. La creación de la carrera fue producto de un acuerdo entre el Gobierno nacional, la UTN y Volkswagen. En la UTN Pacheco existen dos institutos de investigación orientados al sector automotriz: uno que depende de la universidad y otro de la empresa Volkswagen. La interacción entre el entramado productivo y las instituciones educativas en algunas instancias se da de manera formal como es el caso de la UTN con Volkswagen, o entre UTN y AFAC, y en otros de manera más informal ya sea a partir de las redes de ex alumnos cuando se insertan

39 La información de la cantidad de instituciones es de 2016 (INET, 2017).

40 La información de cantidad de alumnos es de 2011 (INET, 2012).

en el mercado laboral, o porque los docentes son trabajadores (o ex trabajadores) de las empresas automotrices y autopartistas. Esto es lo que sucede, por ejemplo, en la Universidad Austral que comenzó en 2019 a dictar la Maestría en Gestión de la Industria Automotriz. La maestría de la Universidad Austral contempla que el sector automotriz no está enfocado en el diseño de vehículos ni de partes y piezas, por lo tanto hace hincapié en el gerenciamiento tanto de una empresa autopartista como de una terminal automotriz. Los cambios tecnológicos que atraviesan la industria también obligan a las instituciones a actualizar sus programas y materias. Esto es lo que sucede, por ejemplo, en el caso del Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA) que ofrece desde 2007 una especialización en Automotriz para los estudiantes de ingeniería mecánica. Cuentan con más de 100 graduados y en el programa incorporaron aspectos asociados a los vehículos híbridos y autónomos, así como un mayor hincapié en los cambios de motores y el efecto de sus emisiones.

4. La inserción internacional

El entramado automotriz opera a nivel global y regional y, como se mencionó previamente, está compuesto por compañías globales, regionales y locales que interactúan para abastecer el mercado local y regional. Los vehículos están compuestos por todo tipo de componentes y, en función de la especificidad de esos componentes, como la dificultad para desarrollarlo, el costo para transportarlo, los precios y las capacidades existentes en las naciones, la empresa terminal se abastece de manera local de ese insumo o lo importa. De esta manera, la inserción en las cadenas globales de valor (CGV) dentro del entramado automotriz determina los potenciales y desafíos en términos de generación de riqueza, empleo y creación de tecnología.

Las exportaciones del entramado automotriz argentino representan el 0,4% de las exportaciones mundiales de toda la cadena que comprende tanto vehículos terminados como autocomponentes, mientras que las importaciones de este mismo segmento que se realizan en el país equivalen al 0,7% de las importaciones mundiales de vehículos (Atlas Harvard, 2019). Esta brecha entre importaciones y exportaciones del entramado automotriz no es una novedad para Argentina, sino que es un fenómeno que se experimentó casi ininterrumpidamente durante las últimas 3 décadas. Las ventas al exterior entre vehículos terminados y autopartes fueron de 6.563 millones de dólares en 2017, mientras que las importaciones de 17.125 millones de dólares (Ministerio de Hacienda, 2018). La tabla 8 resume las exportaciones e importaciones del sector desagregada según las diversas categorías entre vehículos terminados y autocomponentes⁴¹.

⁴¹ La falta de datos desagregados de comercio exterior no permite actualizar esta información para 2018.

Tabla 8. Exportaciones e importaciones del entramado automotriz

		2017		2016	
		Participación (%)	Total (US\$ MM)	Participación (%)	Total (US\$ MM)
Exportaciones	Pick ups	50,0%	3.282	44,9%	2.580
	Automóviles	23,5%	1.542	26,7%	1.533
	Transporte de carga y pasajeros	2,1%	135	2,7%	156
	Chasis, carrocerías y remolques	0,0%	2,4	0,0%	1
	Autopartes	24,4%	1.602	25,7%	1.471
	Total	100%	6.563	100%	5.742
Importaciones	Automóviles	36,7%	6.297	33,2%	4.469
	Pick ups	8,1%	1.383	7,0%	942
	Transporte de carga y pasajeros	7,6%	1.297	6,3%	853
	Chasis, carrocerías y remolques	1,1%	191	1,6%	214
	Autopartes	46,5%	7.957	51,9%	6.992
	Total	100%	17.125	100%	13.471

Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Hacienda (2018)

Las exportaciones del entramado representaban en el 2000 el 0,3% de las exportaciones mundiales, llegaron al 0,5% en 2008 y al 0,8% en 2011. Sin embargo, posteriormente las participaciones de las exportaciones mundiales del entramado automotriz se redujeron. La caída estuvo asociada principalmente a la contracción que experimentó Brasil, que es el principal socio comercial de Argentina y el primer destino de las exportaciones tanto de vehículos terminados como de autopartes. Las exportaciones del bloque están asociadas principalmente a los vehículos terminados (tabla 8): el 75,6% de las ventas al exterior en 2017 estuvieron asociadas a las exportaciones de pick ups, automóviles y transporte de carga y pasajeros. El principal destino de estas ventas es Brasil⁴². Las ventas de autocomponentes al exterior tienen un menor peso y los principales componentes que la industria autopartista exporta de manera directa son autopartes de transmisión, componentes de motores, ruedas, y motores (AFAC, 2018). Esta brecha que existe entre las exportaciones no se repite en el caso de las importaciones. El 52,4% de las compras del exterior del entramado

⁴² El 69% de las ventas de vehículos destinados al exterior tuvo en 2017 a Brasil como destino, y en segundo lugar a Chile con el 6% de la fabricación (ADEFA, 2019).

automotriz fueron de pick ups, automóviles y transporte de carga y pasajeros, mientras que el 47,6% restante de autopartes, chasis, carrocerías y remolques.

Las importaciones de estos vehículos están determinadas por las políticas comerciales llevadas adelante por el país tanto en términos arancelarios como de acuerdos con diversos países como los existentes con Brasil y México, principalmente. También por la demanda local de vehículos y por las estrategias empresariales de las propias terminales⁴³. Por otro lado, las importaciones de autopartes (principalmente motores, equipamiento eléctrico y electrónico, neumáticos y carrocerías) están determinadas también por las políticas comerciales del país como por las decisiones de las terminales de abastecerse con proveedores locales o internacionales ya sea porque localmente no existen las capacidades o porque los precios son más competitivos si se importa. Si bien cada modelo de vehículo contempla una participación de insumos locales diferente, entre el 15% y el 30% de los vehículos terminados en el país están integrados con componentes locales. Esto se traduce en que exista una correlación positiva existente entre la fabricación de vehículos y las importaciones de autocomponentes (gráfico 7). El año de mayor fabricación de vehículos (2011) coincidió con las mayores importaciones de autopartes (10.781 millones de dólares). Sin embargo, Barletta et al. (2013) plantea que la industria autopartista no logró durante las últimas décadas revertir la dinámica y que las terminales incorporasen mayores componentes locales. En la misma línea, Cantarella et al. (2008) plantea que a pesar de que haya crecimientos en el nivel de producción, los proveedores locales no siempre logran aumentar en términos relativos su participación.

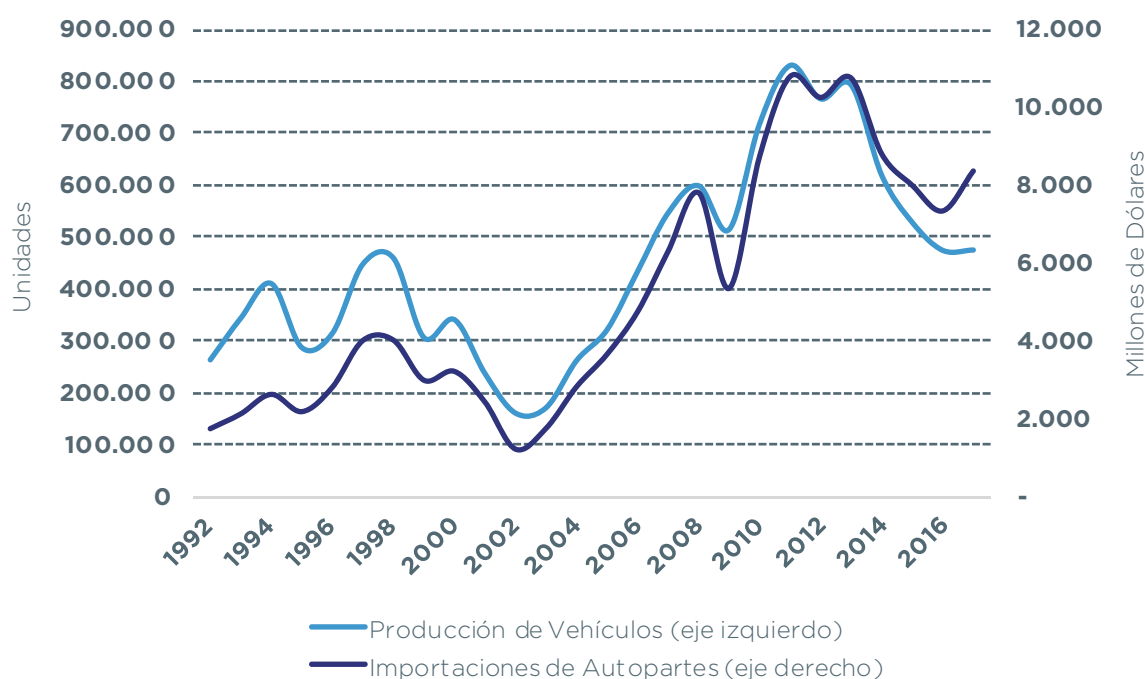
Las respuestas a este interrogante son múltiples y tienen que ver con una industria autopartista heterogénea que cuenta con actores que están en la frontera tecnológica en términos de productos. También tienen que ver con las estrategias de las terminales de abastecerse directamente con proveedores globales por acuerdos comerciales que tienen en la incorporación de determinados componentes. La baja escala de producción es uno de los motivos que no les permite a muchas autopartistas alcanzar la escala mínima para realizar aquellas inversiones que satisfagan la demanda de las terminales. La volatilidad en los volúmenes producción de vehículos en el país desincentiva a múltiples empresas autopartistas a realizar aquellas inversiones que requieren para poder venderle a las terminales. Las condiciones de contratación que en determinados casos establecen las terminales, el costo de financiamiento en Argentina y la volatilidad de la macroeconomía son otros factores que también limitan la incorporación de componentes locales en la fabricación de vehículos⁴⁴. También

43 Cantarella et al. (2008) agrega que las importaciones de autopartes son realizadas tanto por las terminales como por las empresas autopartistas. En 2006 el 63% de las importaciones fueron directamente de las terminales y el 47% de las empresas autopartistas (Cantarella et al., 2008).

44 Una de las compañías consultadas mencionó la posibilidad de venderle a una de las terminales, pero ante el escaso margen que le daba, tenía que destinar el total de la producción y con el consecuente riesgo de que, si se demoraba en alguna entrega, tenía que hacer frente a una multa.

hay factores como la creciente complejización en la fabricación de vehículos que requieren componentes cada vez más sofisticados que no se fabrican localmente⁴⁵. Arza y López (2007) agregan en este sentido que el conocimiento de la industria autopartista no puede cumplir necesariamente con los requisitos que necesitan las terminales: en 1992 por cada vehículo fabricado se importaba el equivalente a 6.614 dólares, mientras que en 2017 17.640 dólares.

Gráfico 7. Evolución de la Producción e Importación de Auto componentes (1992-2017)



Fuente: elaboración propia en base a AFAC y ADEFA (2018)

El Gobierno anunció en conjunto con las empresas del sector el objetivo de llegar a la fabricación de un millón de unidades en 2023 y de diversificar las exportaciones vendiendo por lo menos el 35% de la producción a países que no integran el Mercosur. Brasil representa el principal destino de las exportaciones de la industria. Durante la última década, en promedio, el 77% de las exportaciones de vehículos fueron a Brasil. Las exportaciones de vehículos a Brasil cayeron 19,6% en 2014, 39,6% en 2015 y 24,4% en 2016.

La estrategia en términos de comercio exterior impulsada por la industria, así como el crecimiento de los principales socios comerciales además del impacto directo que genera en la balanza de pagos, también impacta en la generación de empleo ya sea de manera directa o indirecta.

⁴⁵ Cantarella et al. (2008) agrega que existe un mayor crecimiento de componentes eléctricos y que innovaciones que estaban presentes en vehículos de alta gama, progresivamente se incorporan en todos los vehículos.

Sección III.

PERFIL DE LOS TRABAJADORES

La relevancia de la producción automotriz no está asociada únicamente a la fabricación de unidades o a la generación de tecnología, sino también a la creación de puestos de trabajo tanto directos como indirectos. El impacto que genera en términos de empleo está determinado por los niveles de fabricación, pero también por la forma de organización de la producción, los regímenes para promocionar el sector, así como las estrategias de inserción internacional. En este contexto, la industria automotriz se caracteriza por generar empleo de calidad al registrar tasas de informalidad bajas con respecto al promedio de la industria manufacturera, pagar salarios que son mayores al promedio de la industria, y por requerir capacidades y conocimientos técnicos mayores al promedio de la economía.

La evolución del empleo en la industria estuvo determinada tanto por las transformaciones tecnológicas, como por las políticas públicas llevadas adelante por los Gobiernos, ya sea en términos de requerimientos locales como de apertura comercial, y las estrategias de las firmas. En este contexto, y siguiendo a Kulfas y Salles (2018) que trabajaron en la compilación y homogeneización de los censos industriales, el empleo en la industria automotriz pasó de los 7.084 trabajadores en 1953 a los 116.950 puestos en 1973 (7,7% del empleo registrado). Producto de las modificaciones en los modos de producción que fueron mencionadas previamente, es que los niveles de empleo descendieron (tabla 9). La industria automotriz genera de manera directa 76.519 puestos de trabajo entre las terminales automotrices y las autopartes, tanto del primer como del segundo y tercer anillo (Ministerio de Producción y Trabajo, 2019; gráfico 8). El 55% de estos puestos de trabajo están en la provincia de Buenos Aires, el 19% en Córdoba, el 14% en Santa Fe y el 12%

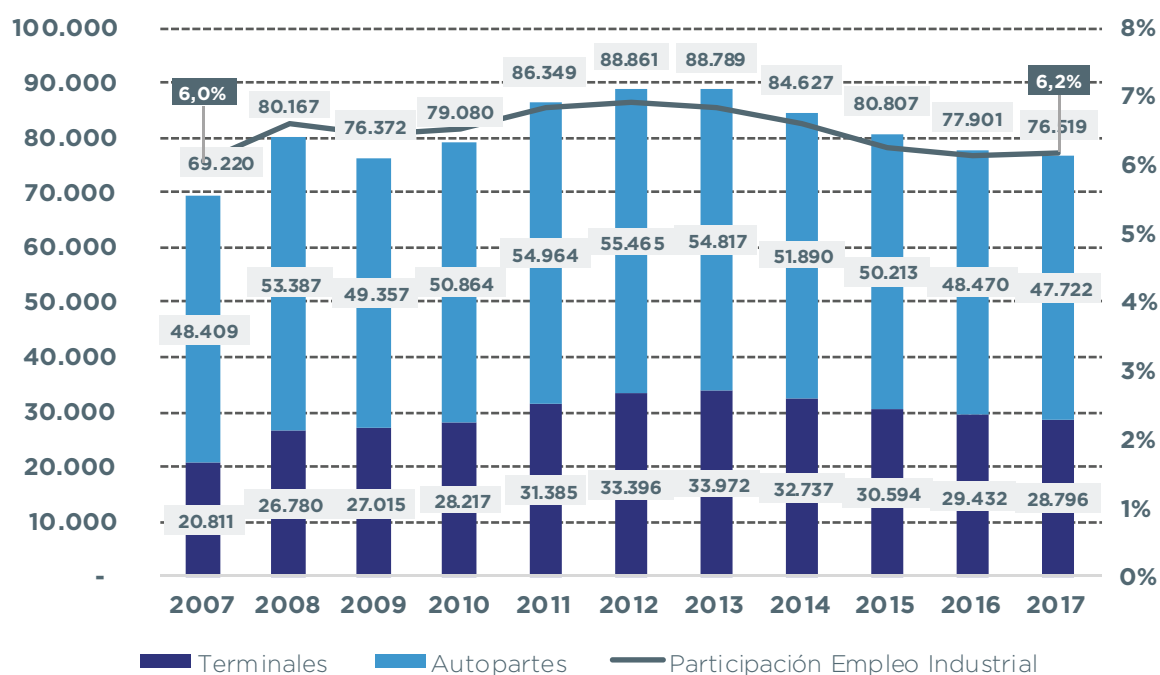
restante distribuido en el resto del país (Ministerio de Hacienda, 2018). Esta caída, que coincidió con la contracción en la producción, se dio o por una caída de las terminales (-13,8%) o de las autopartistas (-12,9%). La contracción del empleo en la industria también redundó en que cayera la participación del empleo automotriz en el industrial: representó el 6,9% en 2013 y el 6,2% en 2017%.

Tabla 9. Evolución del empleo registrado en industria automotriz

	1946	1953	1963	1973	1984	1993	2003	2017
Automotriz	4.087	7.084	64.385	116.950	85.075	67.601	44.370	76.519
Industria	998.830	1.135.937	1.262.457	1.523.869	1.377.668	1.007.909	939.440	1.238.113
Automotriz en industria (%)	0,4%	0,6%	5,1%	7,7%	6,2%	6,7%	4,7%	6,2%

Fuente: elaboración propia en base a Kulfas (2018) y Ministerio de Producción y Trabajo (2019)

Gráfico 8. Evolución del empleo total en la industria automotriz



Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Producción y Trabajo (2019)

La calidad de generación de empleo en la industria es mayor al analizar tres aristas diferentes: informalidad, empleo y capacidades. Por un lado, la informalidad en la industria automotriz es menor a la del promedio de la industria y en 2017 fue del 6%⁴⁶ (Ministerio de Hacienda, 2017). La composición de grandes empresas, así como

⁴⁶ La informalidad promedio entre el primer y el cuarto trimestre según la Encuesta Permanente

de autopartistas que les venden directamente a las terminales, promueve que estas compañías tengan elevados niveles de formalización. Porta et al. (2016) agrega que la informalidad promedio del sector durante el periodo 2011-2014 fue del 6,4%, mientras que el promedio en la industria general fue del 29,3%. De esta manera, la industria automotriz es la segunda con el nivel más bajo de informalidad después de refinación de petróleo. El sector también logró experimentar la mayor baja en la informalidad durante el periodo 1998-2014 (tabla 10). Si bien la reducción se dio en toda la industria, producto del crecimiento económico experimentado durante comienzos del nuevo milenio, la velocidad fue mayor en la industria automotriz que es un sector de media y alta productividad relativa.

Tabla 10. Tasas de informalidad promedio cuatrienales al interior de la industria manufacturera

Informalidad	Promedio 96-99	Promedio 99-02	Promedio 05-08	Promedio 11-14
Automotriz	13,1%	13,3%	14,2%	6,4%
Media Industrial	33,7%	35,8%	35,5%	29,3%

Fuente: elaboración propia en base a Porta et al. (2016)

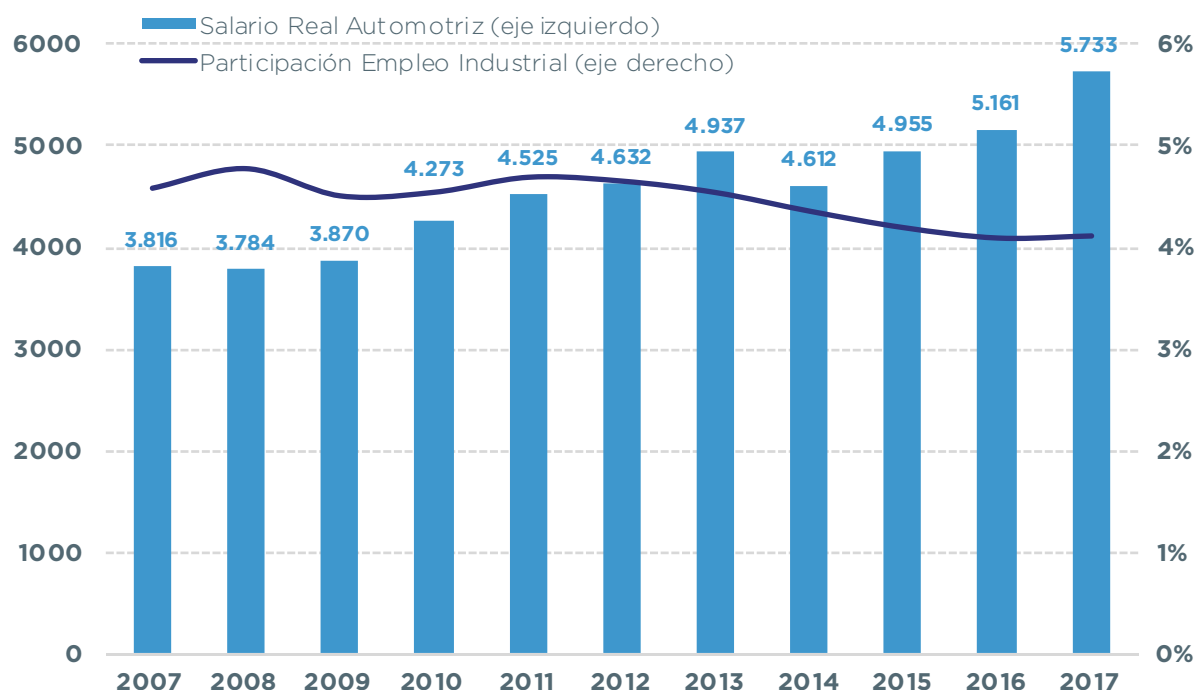
Por el otro, los salarios en la industria automotriz son más elevados que en el promedio de la industria manufacturera y esta brecha se mantuvo durante toda la década (34% más elevado). El salario promedio bruto para un trabajador de la industria automotriz en 2017 fue de 42.217 pesos, mientras que el de la industria fue de 31.297 pesos (Gráfico 9). Esta diferencia se explica casi exclusivamente por los mayores salarios en las terminales. Al descomponerlo, la brecha entre los sueldos de los terminales son 94% mayores, mientras que los autopartistas son 2% más elevados⁴⁷. Esta diferencia se da a partir de una conjunción de factores, como la presencia principalmente de dos sindicatos que intervienen (SMATA y UOM) y la existencia en múltiples casos de acuerdos por empresa. La evolución de los salarios reales para los trabajadores de la industria automotriz estuvo por encima del promedio de la industria manufacturera. El salario promedio de un trabajador, descontando los aumentos de precios, creció 50,2% entre 2007 y 2017, mientras que el haber bruto promedio de un trabajador industrial creció 13,6% durante todo el periodo. Además de los mayores salarios, la producción automotriz pertenece a aquellas pocas actividades de la economía que tiene un elevado multiplicador en términos de empleo indirecto y que cuenta con bajos niveles de informalidad y elevados salarios en términos relativos (Coatz et al., 2018). Los autores (Coatz et al., 2018) calculan que después de aceites, refinación de

de Hogares (EPH) fue del 6%.

⁴⁷ A pesar de la reducción del empleo en la industria automotriz, el empleo en las concesionarias de vehículos crece sistemáticamente: en 2007 había 24.677 trabajadores en locales dedicados a la venta de unidades nuevas y en 2017 51.625 (Ministerio de Producción y Trabajo, 2019).

petróleo, tabaco, gas, productos lácteos y bebidas, la industria automotriz es la que cuenta con el mayor multiplicador de empleo indirecto formal.

Gráfico 9. Evolución salario real en la industria automotriz y participación en empleo industrial



Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Producción y Trabajo (2019), INDEC y CEU-UIA

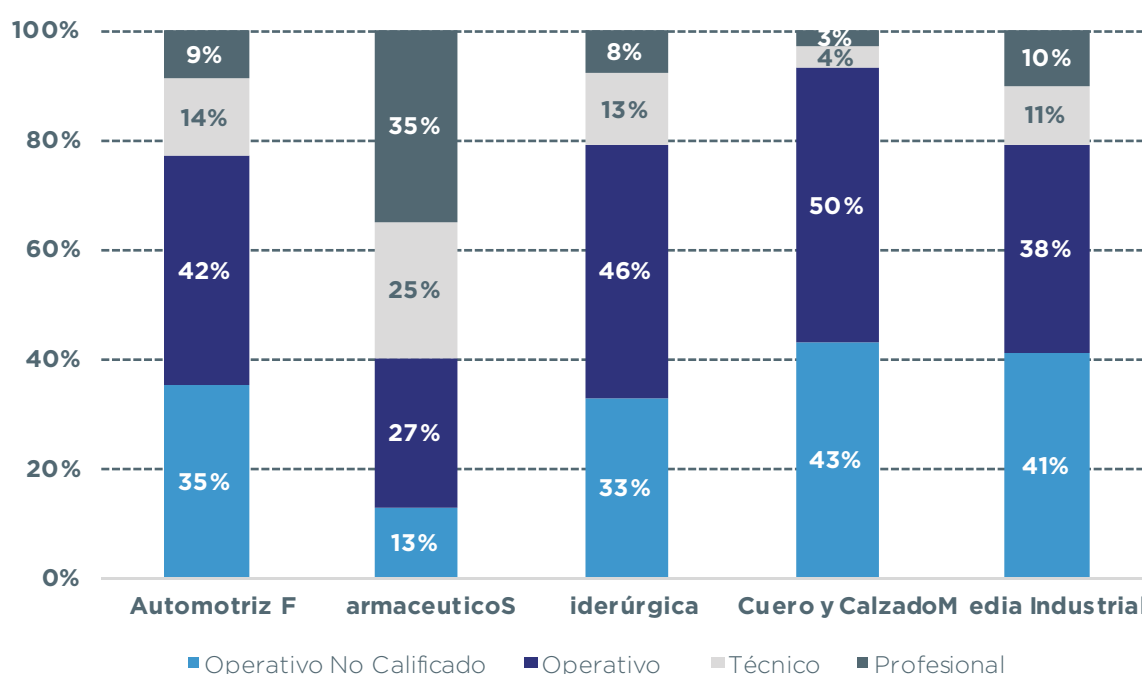
La tercera característica está asociada a las calificaciones que cuentan los trabajadores en el sector automotriz. Es por las propias particularidades del sector, asociadas a la creciente utilización de tecnología, que los operarios en el sector necesitan contar con calificaciones y determinados conocimientos previos para desenvolverse. Esto se traduce en que el 35% de los trabajadores del sector sean operarios no calificados, mientras que en promedio en la industria manufacturera el 45% sean trabajadores que realizan tareas manuales, simples, de ayuda, de colaboración y tareas auxiliares que no requieren aprendizaje previo (ENDEI). El gráfico 10 resume la composición del empleo en diversas ramas industriales.

La creciente incorporación de tecnología en las fábricas, así como la organización de producción en las fábricas al pasarse a esquemas de producción más flexibles requirieron que se necesitara personal con mayores calificaciones. Al conformarse pequeños grupos de trabajo “células”, los trabajadores no desarrollan exclusivamente tareas manuales, sino que también deben aportar en el control de la calidad, y el control y mantenimiento de los medios de trabajo (Motta et al., 2007)⁴⁸. Los avances

48 Motta et al. (2007) agrega que en la práctica esta polivalencia es limitada porque los trabajadores suelen rotar entre tareas que requieren niveles de complejidad relativamente similares.

en la industria autopartista fueron menos profundos porque suelen ser las terminales las que cuentan con mayores niveles de exigencia a sus proveedores. Sin embargo, aquellas autopartistas que proveen directamente a las terminales automotrices en múltiples casos incorporan los mismos mecanismos de organización de la producción que las terminales. Incluso las terminales pueden llegar a enviar a personal de las autopartistas a formarse a las casas matrices de estas empresas para que apliquen en sus empresas esa metodología de trabajo. De esta manera, según el grado de cercanía con las terminales es que se contará con procesos productivos más flexibles que se traducirá en las capacidades de los empleados (Motta et al., 2007; Barletta et al., 2013).

Gráfico 10. Composición del empleo en la industria automotriz y otros sectores Industriales



Fuente: elaboración propia en base ENDEI

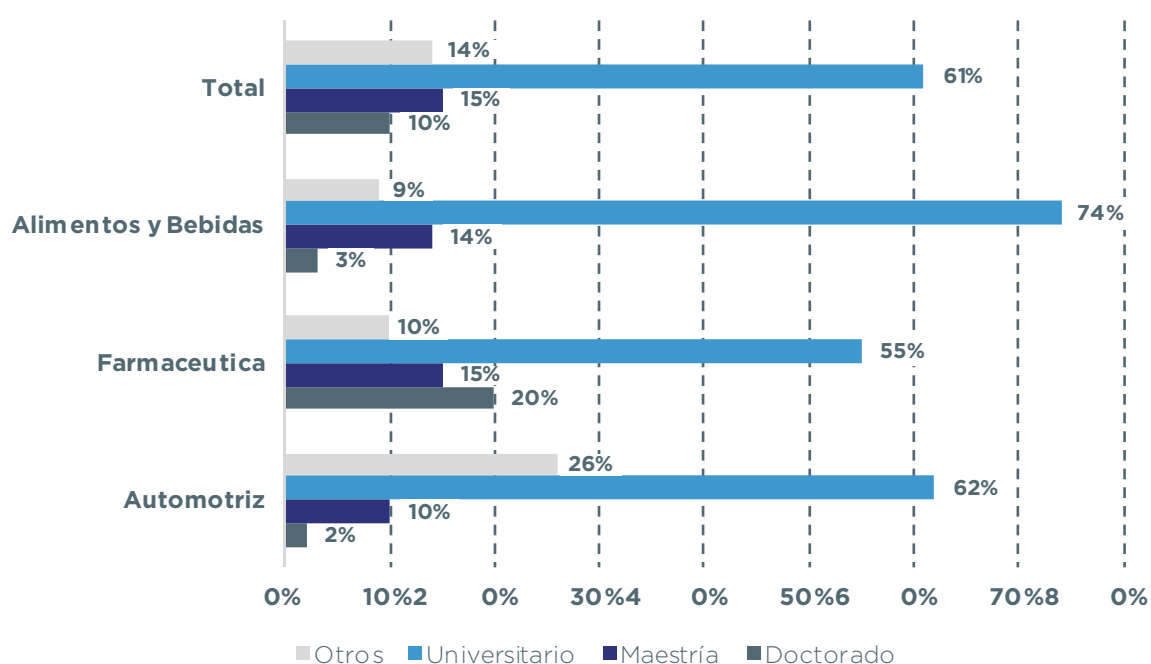
Si bien los trabajadores de la industria automotriz en términos generales presentan mayores calificaciones, según se desprende tanto de los del Ministerio de Ciencia y Tecnología (2010-2012; 2015) como de la encuesta UIA-BID-CIPPEC (2018), la industria automotriz no cuenta con una gran cantidad de profesionales ni de graduados en carreras calificadas como STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería o Matemáticas). La tabla 11 resume la participación de empleados con ~~calificaciones~~ STEM en los seis sectores industriales que fueron relevados en el estudio de UIA-BID-CIPPEC (2018). La industria automotriz cuenta con el 11% del personal con calificaciones STEM, mientras en el resto de las actividades relevadas el porcentaje de personas con estas categorías es mayor.

Tabla 11. Calificaciones de los trabajadores

	Calificaciones STEM / Total de empleados
Alimentos procesados	15%
Farmacéutica	49%
Maquinaria agrícola	8%
Siderúrgica y metalmecánica	14%
Textil	29%
Vehículos livianos	11%
Total	23%

Fuente: elaboración propia en UIA-BID-CIPPEC (2018)

Un resultado similar se desprende tanto de la ENDEI (2010-2012) como de la ESID (2016). La industria automotriz cuenta con 789 personas dedicadas a la I+D y el 6% del personal que se dedica a actividades de I+D en el sector privado está en el sector automotriz (ESID, 2016). El 2% de los que realizan tareas de investigación cuentan con título de doctorado en la industria automotriz, mientras que el 10% de los investigadores de todo el sector privado cuentan con un título de doctorado (Gráfico 11). En la industria farmacéutica el 20% tiene doctorado, en la industria del software el 6% y en la siderúrgica 8%. El porcentaje de investigadores con título de maestría en el sector automotriz también es menor que en el promedio. Desde una de las empresas entrevistadas manifestaron que al ser escasos “los equipos de I+D existentes en las terminales automotrices, hay menor desarrollo local de productos, y esto se traduce en que las compañías autopartistas no necesariamente necesiten tener equipos para trabajar en el diseño de estos componentes o en llevar adelante tareas de codiseño”.

Gráfico 11. Calificaciones de los investigadores en el sector privado

Fuente: elaboración propia en base ESID (2016)

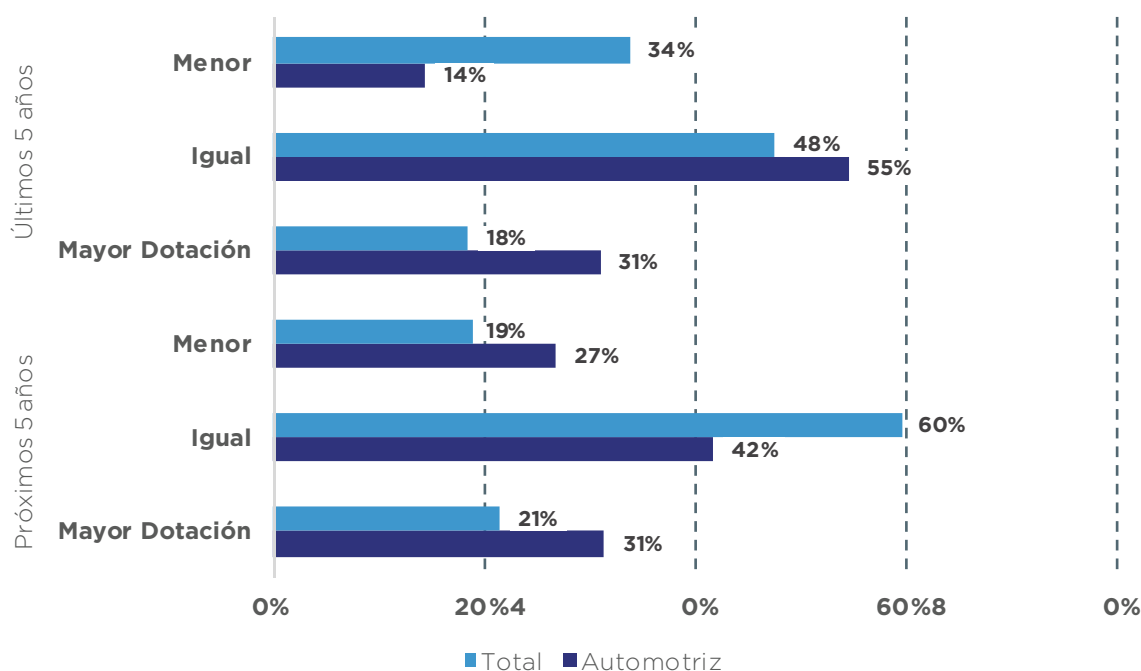
La información disponible no permite identificar la participación del trabajo en la industria automotriz, según sean hombres o mujeres. Sin embargo, el relevamiento de UIA-BID-CIPPEC (2018) sí permite identificar que la participación en las actividades de innovación en la industria automotriz está por debajo de lo que ocurre en otras ramas de la industria manufacturera. El 20% del personal con calificaciones STEM en la industria automotriz son mujeres, mientras que el 80% son varones. En el promedio de los sectores relevados, el 27% de las personas con estas calificaciones son mujeres (tabla 12). Los testimonios de las personas tanto del sector privado como de las instituciones plantearon tres aspectos asociados al empleo femenino en la industria automotriz. Por un lado, confirmaron una mayor presencia de varones en los establecimientos y en las carreras universitarias orientadas específicamente hacia el sector. Por el otro, anticiparon que producto de la creciente incorporación de tecnología, así como de la utilización de más herramientas eléctricas, cada vez hay menos tareas que requieren una significativa exigencia física, lo cual permitiría incrementar la cantidad de mujeres en estos establecimientos. Finalmente, desde una compañía autopartista destacaron “el mejor rendimiento que cuentan las mujeres al realizar tareas de ensamblaje”.

Tabla 12. Calificaciones de los trabajadores

	Varones STEM (%)	Mujeres STEM (%)
Alimentos elaborados	62%	38%
Biofarmacéutica	72%	28%
Maquinaria agrícola	86%	17%
Siderúrgicos	80%	20%
Textil	69%	31%
Vehículos	80%	20%
Total	73%	27%

Fuente: elaboración propia en UIA-BID-CIPPEC (2018)

Las modificaciones que se están impulsando en la industria manufacturera en general y en la automotriz en particular, impulsarán e implicarán modificaciones en el mercado laboral. El gráfico 12 resume el impacto en términos laborales que se experimentó en la industria automotriz producto de la automatización. En los últimos 5 años, la automatización en la producción automotriz no causó el mismo efecto que en el promedio de los sectores relevados. Si bien el empleo total en la industria automotriz cayó en el último lustro, el 31% de las empresas respondió que la automatización impactó positivamente en términos del empleo. Las compañías que incorporaron más personal fueron por tareas asociadas a tareas de mantenimiento de equipos y sistemas de producción, gestión de recursos humanos, y atención al cliente. Una de las empresas consultadas para el trabajo manifestó que la automatización en áreas de soldadura permitió mejorar la productividad y esto se tradujo en la incorporación de mayor personal en tareas asociadas al ensamblado que también son áreas intensivas en trabajo y con dificultades para automatizarse. Sin embargo, esto pudo darse de manera progresiva porque contaban con proyecciones optimistas sobre la producción. Las proyecciones para los próximos 5 años del sector automotriz no son homogéneas. El 27% prevé que producto de la automatización incorporará menos personal, mientras que el 31% estima que aumentará la dotación. La incorporación de personal estará asociada a desarrollo e I+D, gestión y control de calidad, y atención a los clientes. Sin embargo, en aquellas tareas asociadas a la gestión del stock se prevé que por la automatización habrá una menor dotación de personal.

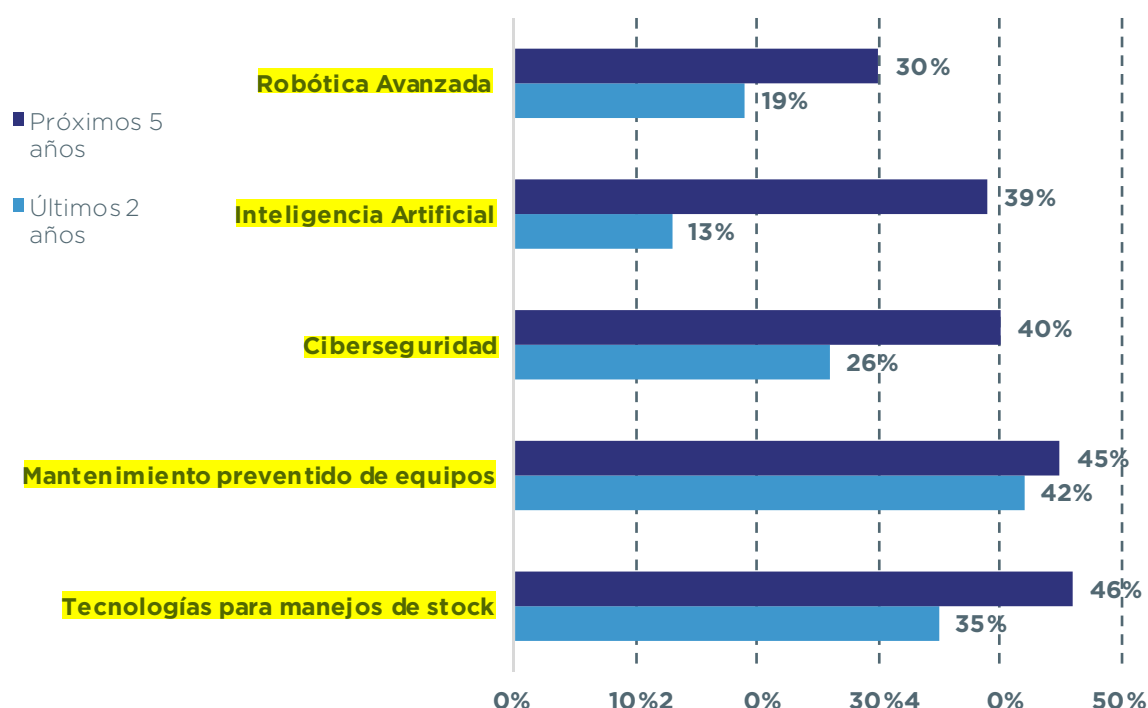
Gráfico 12. Impacto en términos de empleo en últimos 5 años y próximos 5 años

Fuente: elaboración propia en UIA-BID-CIPPEC (2018)

Las aptitudes que requerirán las empresas automotrices en los próximos años irán readaptándose. El 57% de las empresas del sector considera hoy que las habilidades blandas (capacidad para trabajar en equipo, flexibilidad, buena comunicación, etc.) son “muy importantes” al momento de incorporar personal. Este resultado está en línea con la publicación de OIT-OIE (2019) que destaca que el 55% de las empresas consultadas a nivel mundial consideraron que aptitudes como resolución de problemas, comunicación y manejo de equipo son muy importantes (OIT-OIE, 2019). La posibilidad de que los estudiantes de escuelas terciarias o universitarias puedan realizar instancias en las empresas sería, según las empresas consultadas, una de las alternativas para desarrollar muchas de las habilidades blandas que las personas no tienen al ingresar a la firma. OIT (2019) también destaca la importancia de contar con un entramado productivo teniendo un rol más activo al interactuar con el sistema educativo para potenciar las capacidades requeridas. De cara a las proyecciones para los próximos 5 años, el 74,6% de las compañías prevé que las habilidades blandas serán muy importantes. El 30% de los encuestados en el sector automotriz estima en 2018 que las habilidades STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) son “muy importantes” al contratar a un empleado, mientras que el 8,5% las considera “nada importantes”. El peso de contar con una formación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería o Matemáticas se incrementará, según el relevamiento de UIA-BID-CIPPEC: en los próximos cinco años el 67% considera que estas aptitudes serán “muy importantes” y el 0% cree que será “nada importante”. En relación a las

habilidades en tecnologías 4.0, que fueron más demandadas en los últimos dos años en el sector automotriz, según el estudio UIA-BID-CIPPEC (2018), el 42% respondió mantenimiento preventivo de equipo, el 35% tecnologías para manejo de *stock*, el 26% la ciberseguridad, el 20% sensores inteligentes y el 19% robótica avanzada. Sectores como el siderúrgico y la metalmecánica también mostraron en los últimos años mayor demanda de este tipo de habilidades (UIA-BID-CIPPEC, 2018). De cara a los próximos cinco años, las demandas estarán asociadas a 46% manejo de stock, 45% mantenimiento preventivo de equipos, 40% ciberseguridad, 39% Inteligencia Artificial y 30% Robótica Avanzada (gráfico 13).

Gráfico 13. Habilidades que serán consideradas como “muy importantes” para contratar trabajadores en próximos 5 años



Fuente: elaboración propia en UIA-BID-CIPPEC (2018)

La posibilidad de potenciar las capacidades de los trabajadores, dotándolos de mayores capacidades STEM, será indispensable para que el sector continúe generando empleo de calidad ya sea en términos salariales como de formalidad. También requerirá de una mayor articulación entre el sector público-privado y laboral.

Sección IV.

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

De las secciones anteriores se desprenden los desafíos centrales que atraviesa la industria automotriz argentina asociada al impacto en términos de empleo y las capacidades que se requieren en la industria. Estos desafíos contemplan el tamaño del mercado argentino y la tendencia hacia la especialización, la incorporación de tecnología en el marco de las transformaciones que atraviesa el sector con la aparición de nuevos actores y el surgimiento de nuevas rentas dentro del ecosistema, y la inserción internacional del entramado automotriz para garantizar un círculo virtuoso que permita potenciar el crecimiento, la generación de riqueza del entramado automotriz y la creación de más y mejor empleo.

El tamaño del mercado es uno de los limitantes que se presentan en esta industria que requiere significativas inversiones para poder competir en los mercados globales. Argentina es el 23.º mayor fabricante de vehículos del mundo y el 31.º país más poblado del planeta. Siguiendo a Arza y López (2008), estudios como el planteado por Humphrey y Oeter (2000) consideran que una fabricación de un modelo es a “gran escala” cuando anualmente se producen más de 50 mil unidades. Argentina estaba lejos de alcanzar los criterios establecidos por Humphrey y Oeter (2000) y en 2008 contaba con una escala promedio que equivalía en un 46% a la existente en Brasil (Arza y López, 2008). Si bien la fabricación de vehículos aumentó en la última década, no se logró revertir significativamente esta situación. A pesar que las escalas de producción en la mayoría de los casos están por debajo de la capacidad instalada, en el sector comenzaron a explorarse opciones para aprovechar las economías de escala al utilizar una misma plataforma entre varias empresas. Esto fue lo que sucedió con el acuerdo que alcanzaron a fines de 2018

Ford y Volkswagen por el cual las pick ups medianas de las compañías se fabricarán en la planta de Ford. Este acuerdo representa un primer paso entre la cooperación entre diversos protagonistas del entramado para potenciar la actividad en el actual contexto de creciente especialización en la fabricación de vehículos medianos y cada vez menos vehículos de menor tamaño. El avance de acuerdos de cooperación entre actores del sector privado, tanto entre terminales como entre las terminales y las autopartistas, permitiría encontrar una solución parcial a las dificultades que genera el actual esquema de gobernanza en la cadena. Siguiendo a Cantarella et al. (2008), bajo el esquema actual se limita el ingreso en una trama virtuosa con vinculaciones que superen el horizonte del corto plazo y permitan avanzar en el desarrollo en conjunto de mejores procesos, productos, interacción con clientes y entre los mismos actores de la industria automotriz.

La especialización tanto de las terminales como de las autopartes permitiría alcanzar una mejor integración en una cadena global que atraviesa múltiples cambios. Por un lado, la fabricación de utilitarios en 2018 representó el 55% de la producción de vehículos. La creciente estrategia de producción de vehículos medianos se ha convertido en un motor tanto de la producción como de las inversiones locales. En 1995 Argentina exportaba 385 millones de dólares por vehículos motores para transportar bienes y estas ventas al exterior representaban el 0,9% de las exportaciones mundiales de este tipo de unidades (Atlas Harvard, 2019). Las exportaciones de estos vehículos fueron de 1.006 millones de dólares en 2005, 4 mil millones de dólares en 2013 y 2.600 millones de dólares en 2016. La potencialidad de estas producciones y exportaciones también están determinadas por una menor dependencia de Brasil. Si bien en 2017 el 55% de las exportaciones fueron a Brasil, hubo otros destinos: el 6% fueron a Australia, el 6% a Chile, el 4% a México, el 3% a Paraguay, el 3% a Sudáfrica, entre otros países (Ministerio de Hacienda, 2018). Por otro lado, Viereckl et al. (2016) calculó que la ganancia en la industria automotriz asociada al software y las nuevas tecnologías pasará de representar el 5% de la rentabilidad en 2015 al 36% en 2030. El desafío de las empresas del entramado automotriz para competir en este mercado estará determinado por la interacción entre el sector público, el privado, los trabajadores, la academia y el entramado educativo. El diálogo y la coordinación de estos sectores permitirá que se pueda avanzar en esta cadena que requiere crecientemente de nuevas tecnologías y demanda nuevas habilidades. La infraestructura, las regulaciones y los programas de políticas públicas, tanto para incentivar la demanda como la oferta, serán las claves que permitan amoldar esta industria que cuenta con múltiples activos, pero que también encuentra múltiples desafíos.

BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

Arza, V., & López, A. (2008). El caso Argentino. En V. Arza, A. López, M. Laplane, F. Sarti, & G. Bittencourt, *La industria automotriz en el Mercosur* (pp. 53-148). Montevideo: Red Mercosur.

Baldwin, R. (2016). *The Great Convergence*. Harvard University Press.

Barbero, M., & Motta, J. (2007). Trayectoria de la industria automotriz en la Argentina desde sus inicios hasta fines de la década de 1990. En M. Delfini, D. Dubbini, M. Lugones, & I. Ribero, *Innovación y empleo en tramas productivas en Argentina* (pp. 189-229). Buenos Aires: UNGS-Prometeo.

Barletta, F., Kataishi, R., & Yoguel, G. (2013). *La trama automotriz argentina: dinámica reciente, capacidades tecnológicas y conducta innovativa. La industria argentina frente a los nuevos desafíos y oportunidades del siglo XXI*. CEPAL.

Cantarella, J., Katz, L., & Guzman, G. (2008). *La industria automotriz argentina: limitantes a la integración local de autocomponentes*.

Coatz, D., Dragún, P., García Díaz, F., & Horno, F. (2018). *La estructura productiva para un modelo de desarrollo sostenible*. Programa de Investigadores de la Secretaría de Comercio de la Nación, documento de trabajo n.º 4.

Dietzenbacher, E., Timmer, M., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G. (2015). An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics* 23 (3), 575-605.

Duarte, F., & Ratti, C. (2018). The Impact of Autonomous Vehicles on Cities: A Review. *Journal of Urban Technology*, vol. 25, n.º 4, 3-18.

Garnero, P., Basco, A., Béliz, G., & Coatz, D. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. Buenos Aires: BID Intal y Unión Industrial Argentina.

Gárriz, A., Pánigo, D., Lavarello, P., & Schorr, M. (2016). *La encrucijada del autopartismo en América Latina*. UNDAV Ediciones.

Gereffi, G., Sturgeon, T., & Van Biesebroeck, J. (2008). Value chains, networks and clusters: reframing the global automotive industry. *Journal of Economic Geography* 8, 297-321.

Katz, J. (1998). Aprendizaje tecnológico ayer y hoy. *Revista CEPAL* (10), 63-75.

Kosacoff, B., Bonvecchi, C., Porta, F., Novick, M., Palacios, D., & Heyaca, P. (1999). *Hacia un mejor entorno competitivo de la producción automotriz en Argentina*. Buenos Aires: CEPAL.

Kosacoff, B., Todesca, J., & Vispo, A. (1991). *La transformación de la industria automotriz argentina: su integración con Brasil*. CEPAL.

Kulfas, M., & Salles, A. (2018). Evolución histórica de la industria manufacturera argentina. Un análisis a partir de la homogeneización de los Censos Industriales, 1895-2005. *Programa de Investigaciones Argentina en el Largo Plazo (01)*, Universidad Nacional de San Martín.

Leal, R., Barreiros, F., Alves, L., Romeiro, F., Vasco, J., Santos, M., & Marto, C. (2017). Additive manufacturing tooling for the automotive industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1671-1676.

McKinsey. (2019). *Race 2015- A Vision for the European Automotive Industry*.

Miller, R. (1994). Global R&D networks and large-scale innovations: The case of the automobile industry. *Research policy*, 23(1), 27-46.

Ministerio de Hacienda. (2018). *Informes de Cadenas de Valor: Automotriz y Autopartista*. Ciudad de Buenos Aires.

Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. (2016). *Informes de Cadenas de Valor: Automotriz y Autopartista*. Ciudad de Buenos Aires.

Motta, J., Roitter, S., Delfini, M., Youguel, G., & Milesi, D. (2007). Articulación y desarrollo de competencias en la trama automotriz argentina: morfología, innovación y empleo. En M. Delfini, D. Dubbini, M. Lugones, y I. Rivero, *Innovación y empleo en tramas productivas en Argentina* (pp. 231-274). Buenos Aires: UNGS-Prometeo.

Organización Internacional del Trabajo (OIT) y Organización Internacional de Empleadores (OIE). (2019). *Changing business and opportunities for employers' and business organizations*. Ginebra.

Oszlak, O., Cavarozzi, M., y Sonnino, S. (1982). El INTI y el Desarrollo Tecnológico en la Industria Argentina. *STPI background paper 1*.

Pacini, B., & Sartorio, L. (2017). ¿Deslocalización o re-localización? El caso de la industria automotriz. *Integración & Comercio* (42), 126-139.

Pavlínek, P., Miren, U., Gil-Canaleta, C., & Aláez-Aller, R. (2017). *Foreign Direct Investment and the development of the automotive industry in Eastern and Southern Europe*. European Trade Union Institute.

Piore, M., y Sabel, C. (1986). *The second industrial divide: possibilities for prosperity*.

Porta, F., Santarcangelo, J., y Schteingart, D. (2016). Producción y empleo en el sector industrial argentino: 1998-2014. *H-industri@* (19), 101-139.

Sachs, W. (1992). *For love of the automobile: Looking back into the history of our desires*. Univ of California Press.

Schulze, A., Brojerdi, G., & von Krogh, G. (2014). Those who know, do. Those who understand, teach. Disseminative capability and knowledge transfer in the automotive industry. *Journal of Product Innovation Management* 31(1), 79-97.

Schvarzer, J. (1996). *La industria que supimos conseguir*. Buenos Aires: Planeta.

Schvarzer, J. (1998). La industria argentina en la tormenta de los 90. *Nueva sociedad* 158, 139-159.

Sica, D., Figueroa, D., Beinstein, J., & Scarlan, M. (2014). *El Futuro del Sector Automotriz en Argentina y el Mercosur (2025)*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Sourrouille, J. (1980). *El complejo automotor en Argentina: transnacionales en América Latina*. Instituto latinoamericano de estudios transnacionales.

Viereckl, R., Ahlemann, D., Koster, A., & Hirsh, E. (2016). *Connected car report 2016: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles*. PwC.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *Machine that changed the world*. Simon and Schuster.

Zamponi, A. (2017). El transporte del mañana. *Integración y Comercio*, 86-97.

Anexo I. Fuentes estadísticas de información

Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC)

Asociación de Fábricas de Automotores (ADEFA)

Atlas of Economic Complexity Harvard University

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD)

Estudio UIA-BID-CIPPEC

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC)

International Federation of Robotics (IFR)

Ministerio de Ciencia y Tecnología (ENDEI 2010-2012)

Ministerio de Ciencia y Tecnología (ESID 2016)

Ministerio de Hacienda

Ministerio de Producción y Trabajo

Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA)

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

PwC

Revista Fortuna

Anexo II. Guión de entrevista. Cuestionario sobre industria automotriz

1. Datos básicos de la empresa y el/la entrevistado/a

- Nombre entrevistada/o:
- Cargo:
- Mail/teléfono de contacto:
- Nombre empresa:
- Actividad principal:
- Principales productos:
- Año de inicio de actividades:
- Año de inicio de actividades en automotriz:
- Cantidad de trabajadoras/es:
- La empresa es: Independiente / Parte de un grupo empresario

- ¿Tiene participación de capitales extranjeros?%

2. El sector y la industria 4.0

- ¿Cuáles son las transformaciones que se están atravesando actualmente a nivel mundial como motor de la innovación en la industria autopartista?
- ¿De qué manera está Argentina frente a estas transformaciones que se están dando a nivel mundial?
- ¿Cómo imagina que evolucionará la industria en Argentina ante estas transformaciones que se están dando?

3. La empresa y la industria 4.0

- ¿Qué tecnologías utilizan para relacionarse con proveedores? (escala desde fax a seguimiento en tiempo real de pedidos y logística)
- ¿Qué tecnologías utilizan para el desarrollo de productos en la actualidad en la empresa? (escala desde CAD hasta realidad virtual y simulación de montaje)
- ¿Qué tecnología es la más moderna de la que utilizan en la gestión de los procesos productivos? (escala desde automatización simple y rígida hasta comunicación M2M)
- ¿Qué tecnología es la más avanzada de la que utilizan para relacionarse con sus clientes? (escala desde fax hasta dispositivos conectados para el monitoreo y recolección de datos)
- ¿Qué tecnología es la más moderna de la que utilizan en la gestión de los negocios? (desde sistemas independientes y sin integración hasta *big data e IA*)

4. La formación de los RRHH

- ¿Cómo se preparan internamente frente a estos desafíos: capacitación/entrenamiento en la empresa; capacitación en cámaras universidades?
- ¿Incorporan personal específicamente con capacidades asociadas a las nuevas tecnologías?
- ¿Cuál fue el impacto frente a la creciente automatización en la dotación? ¿El impacto fue igual en todas las áreas igual? ¿En atención al cliente, relación con proveedores, tareas de mantenimiento, vinculada gestión de *stock, logística, rrhh, gestión y calidad, marketing*?
- ¿Ustedes tienen equipos de I+D dedicados exclusivamente a analizar las transformaciones de la industria/laboratorios de I+D?

5. Desafíos para avanzar en esta agenda e Interacción con Instituciones

- ¿Cuál es el principal obstáculo para la adopción de nuevas tecnologías de su empresa? ¿Es la poca competencia, falta de infraestructura digital, falta de financiamiento, falta de recursos humanos, desconocimiento, plazos largos para amortizar, dificultad para estimar los beneficios de la inversión en nuevas tecnologías?
- ¿Es posible para empresas nacionales en esta CGV avanzar en la creación de tecnología? ¿La “governance” del proceso productivo se mantiene en las terminales o crecientemente pasa a las empresas autopartistas”?
- ¿Cuál es el papel que cumplen instituciones como INTI o INPI para incentivar la innovación en Argentina?
- ¿De qué manera se da la interacción entre la industria automotriz y el sistema educativo?



CAPÍTULO 3.

BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR FARMACÉUTICO

MARIANA FERNÁNDEZ MASSI

INTRODUCCIÓN

La incorporación de las tecnologías 4.0, tales como *big data*, impresión 3D, realidad aumentada, simulaciones, robótica avanzada e inteligencia artificial, a la industria farmacéutica han permitido importantes avances hacia la salud de precisión y abren la posibilidad al desarrollo de medicamentos personalizados. Esta transformación del sector, aun en sus primeras etapas, se articula con otro gran cambio específico de las industrias químicas: el desarrollo de la biotecnología. En efecto, dadas las características de la estructura productiva local, una de las principales apuestas en materia de cambio tecnológico, con generación de conocimiento científico y productivo, es el crecimiento y difusión de productos y procesos de base biotecnológica.

El uso de las capacidades inherentes de organismos vivientes para la obtención de productos no es una novedad de las industrias contemporáneas. Aquello, que podemos llamar biotecnología tradicional, se ha desarrollado a lo largo de la historia productiva de la humanidad. La novedad que introduce la biotecnología moderna, a fines de la década del setenta, es la manipulación dirigida del genoma de los organismos. De este modo, se utilizan técnicas de ingeniería genética para modificar y transferir genes de un organismo a otro.

Las empresas de biotecnología son aquellas que “(...) i) desarrollan el proceso desde la investigación (sea propia o subcontratada) hasta el producto final; ii) las empresas privadas que sin efectuar investigaciones científicas se ocupan del escalado industrial, afinamiento del proceso y venden a otras empresas usuarias insumos biotecnológicos; iii) empresas que detentando el desarrollo de productos y/o procesos biotecnológicos lo reproducen para su posterior uso final” (MinCyT, 2016). Es una tecnología de tipo transversal y ha atravesado y transformado diferentes sectores de actividad: la industria farmacéutica, la producción de semillas,

la informática, la producción de diferentes insumos industriales.

El desarrollo de la biotecnología aplicada a la industria farmacéutica ha tenido un rápido desarrollo en las últimas cuatro décadas. Los fármacos producidos por la industria farmacéutica tradicional son moléculas simples de origen químico, mientras que los biofármacos son moléculas de mayor tamaño y más complejas, similares a las que tenemos en nuestro cuerpo. Los primeros biofármacos fueron aquellos de tipo extractivo: moléculas extraídas de la sangre u orina de pacientes sanos, utilizadas para terapia de reemplazo. Si bien estos medicamentos biológicos extractivos tienen ya amplia difusión, los principales desarrollos están asociados hoy a otro tipo de biofármaco: las proteínas recombinantes, basadas en la tecnología del ADN recombinante.

Las proteínas recombinantes actúan utilizando los mecanismos biológicos naturales del organismo. La primera insulina recombinante, para el tratamiento de la diabetes, fue aprobada por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) en 1982. Luego, durante esa misma década se aprobaron otras proteínas recombinantes, que imitan otras moléculas naturales del organismo y que han alcanzado gran difusión, reemplazando los medicamentos extractivos: interferones, hormona de crecimiento y eritropoyetina entre otros. En la década del noventa se aprobaron los primeros anticuerpos monoclonales recombinantes para el tratamiento del cáncer y enfermedades autoinmunes, y son hoy el segmento de biofármacos con mayor crecimiento. Este desarrollo está basado en un principio descubierto por Cesar Milstein, el químico argentino, y Georges Köhler, quienes obtuvieron el premio Nobel en 1984 por ese desarrollo. Vale remarcar este hito, pues el prestigio de la química argentina ha sido una de las claves del desarrollo temprano de la industria biofarmacéutica en nuestro país.

En nuestro país se desarrollaron tempranamente capacidades científicas, tecnológicas y productivas en biotecnología y hacia fines de la década del ochenta aparecieron los primeros productos biotecnológicos de producción nacional aplicados a la salud humana y la genética vegetal. La Argentina es pionera en la producción de “biosimilares”, esto es, el equivalente a lo que en la farmacéutica de síntesis química conocemos como “medicamento genérico”. Una vez vencida la patente de un biofármaco, los biosimilares son producidos por otros fabricantes, reduciendo sustancialmente su costo y aumentando el acceso de la población a estos tratamientos. De este modo, y a diferencia de lo ocurrido con otras actividades, el rezago científico-productivo local respecto de las mejores prácticas internacionales es bajo y ha posicionado a las empresas argentinas de esta industria como líderes en la región. A su vez, el sector farmacéutico se destaca por la calidad del empleo generado, con muy baja informalidad, altos salarios y personal altamente calificado. El crecimiento de este sector, y en particular del segmento de biofármacos, tiene por

tanto un importante potencial en términos de su contribución al empleo de calidad.

En este capítulo se caracteriza el sector biofarmacéutico, primero a nivel internacional y luego en Argentina, con el propósito de comprender cuáles son sus principales características, de qué modo está transformando el sector farmacéutico tal como lo conocíamos y qué oportunidades y desafíos ofrece para las empresas y las/os trabajadoras en la Argentina. Para responder a estas preguntas el capítulo se nutre de la revisión bibliográfica, el análisis de encuestas específicas sobre el sector y la realización de entrevistas a informantes claves del sector empresario.

En la siguiente sección se revisan sucintamente algunos hitos centrales del desarrollo de la biotecnología a nivel mundial, que permiten caracterizar esta nueva industria y comprender cuáles son las tendencias recientes en su desarrollo. En la tercera sección se caracteriza la industria farmacéutica en general, y las empresas biofarmacéuticas en particular, con el propósito de comprender la génesis y la situación actual del sector y el entramado institucional en el cual se inserta. La cuarta sección aborda un aspecto poco estudiado: cuál es el perfil de las/os trabajadoras de esta nueva industria, qué oportunidades y qué desafíos generan las transformaciones del sector farmacéutico desde el punto de vista de la formación y la demanda de empleo. Finalmente, en la quinta sección reflexionamos acerca de qué lecciones sugiere este caso para abordar el futuro del trabajo en la Argentina y qué desafíos plantea para ese futuro.



Sección I.

RELEVANCIA A NIVEL MUNDIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA. TRANSVERSALIDAD E IMPACTO EN DISTINTOS SECTORES

Las biotecnologías permiten acortar el ciclo de desarrollo de nuevos productos y abaratar insumos respecto a métodos extractivos convencionales, a partir de la revolución de la genómica y la convergencia con las TIC, dando lugar a la bioinformática. Esta sección caracteriza la dinámica internacional de la biotecnología para luego hacer foco en el sector biofarmacéutico, caracterizar sus condiciones de apropiabilidad tecnológica y describir la reestructuración del sector durante la tercera ola de desarrollo de la biotecnología en la década del noventa.

1. Caracterización del sector biofarmacéutico

Hasta principios de la década del sesenta la principal base de conocimiento de la industria farmacéutica era la química orgánica (Gilsing & Nooteboom, 2006). El método de producción se basaba en el *screening aleatorio*: un proceso de exploración aleatoria de nuevas moléculas que habilitó, durante la “era dorada” de la industria farmacéutica, la creación de importantes tipos de drogas (MvKelvey & Orsenigo, 2006).

Sin embargo, a partir de la década del 70 comenzó a evidenciarse el agotamiento del paradigma de síntesis química, ya que, como consecuencia de la creciente

dificultad en la identificación de nuevos blancos terapéuticos, las actividades de I+D experimentaron una caída sistemática en su productividad (Munos, 2006; Pisano, 2006). A la vez, el financiamiento público masivo a la investigación en salud en los Estados Unidos comenzó a evidenciar avances sustanciales en áreas como la fisiología, farmacología, enzimología y biología celular, generando un creciente entendimiento acerca de las raíces bioquímicas y moleculares de las enfermedades y de la efectividad de las drogas existentes para curarlas (Gilsing & Nooteboom, 2006; Jungmittag, Reger, & Reiss, 2000).

La irrupción de la biotecnología en la industria se ha dado a partir de tres etapas sucesivas. En una primera etapa, durante la década del setenta, surgieron nuevas técnicas de investigación a partir del ADN recombinante⁴⁹ y nuevos instrumentos y procesos que serían luego la base de las primeras drogas biotecnológicas de la década del ochenta. Entre 1986 y 1992, se dio una segunda etapa con foco en las actividades de investigación más que en el desarrollo, y se logró acelerar la identificación de drogas potenciales. Ya en la década del noventa, en una tercera etapa de desarrollo de la biotecnología, se dio el pasaje de la producción artesanal de una molécula por vez a la industrialización de la I+D a partir de avances en áreas como la genómica, la bioinformática, las técnicas HTS (automatización a alta velocidad) y la química recombinante (Lavarello, Gutman, & Sztulwark, 2018).

A nivel global, el surgimiento de nuevas empresas biotecnológicas especializadas inició un proceso de segmentación del mercado farmacéutico, en un primer momento a través de drogas biotecnológicas innovadoras y luego con el segmento de biosimilares, desarrollados bajo una estrategia imitativa en partir de la caída de patentes (Lavarello, Gutman y Sztulwark, 2018). De todos modos, pese a su carácter disruptivo, la difusión del paradigma biotecnológico no ha desarticulado el oligopolio farmacéutico global que, en base a ventajas financieras, control de activos complementarios e influencia en las instituciones regulatorias (Lavarello, 2018), logran absorber buena parte de las empresas especializadas, en un proceso de creciente centralización de capital.

Las ventas en los mercados mundiales de biofármacos están lideradas por el nuevo segmento de los medicamentos biotecnológicos destinados principalmente a las patologías oncológicas. Actualmente, los avances más recientes se vinculan a un tercer tipo de biofármaco, que está en sus primeras etapas de desarrollo: la terapia génica, que consiste en la modificación de las células propias del paciente. El primer tratamiento de terapia génica se utiliza para la leucemia linfoblástica aguda y fue aprobado en 2017 en Estados Unidos. Este desarrollo implica además un cambio de

⁴⁹ La tecnología ADN recombinante consiste en definir un vector de expresión que contiene el gen de interés –que puede expresarse en bacterias, levaduras, células vegetales y células animales–, cultivarlo para su reproducción y luego purificarlo, de modo de separar otras proteínas que pueda generar en la etapa de cultivo. De esta manera se obtiene la fórmula recombinante.

paradigma en el tratamiento del cáncer.

El vencimiento de patentes y el desarrollo de estrategias imitativas han dado lugar a un gran crecimiento de la producción de biosimilares, que a su vez han permitido ampliar el mercado y garantizar mayor acceso de la población a los biofármacos. Si bien los mayores mercados farmacéuticos se encuentran en Europa, Estados Unidos, Canadá y Japón, la importancia relativa de biosimilares es significativamente mayor en países periféricos, en particular países latinoamericanos. En los últimos años el surgimiento de China e India como productores y proveedores de principios activos genéricos a bajo precio impactó en la configuración global de esta industria, aumentando las presiones competitivas.

2. Políticas hacia el sector y marcos institucionales: condiciones de apropiabilidad tecnológica

Un aspecto clave en el desarrollo de la biofarma refiere al marco institucional y legal en el cual se desarrolla, y en particular, al patentamiento y a otras formas de propiedad intelectual. Por ello, es preciso destacar tres hitos en su desarrollo: en primer lugar, la extensión de la patentabilidad a los organismos vivos unicelulares y luego multicelulares en 1980 –y a partir de allí, el crecimiento del número de patentes aprobadas–; en segundo lugar, a partir de la década del ochenta, la posibilidad de que grandes universidades comercialicen conocimiento científico vía patentes y licencias en biomedicina; y en tercer lugar, el cambio en la regulación de los mercados financieros que posibilitaron que las *starts-up* coticen en bolsa aun cuando no tuvieran ingresos, que redundó en un crecimiento de las IPO (Initial Public Offer) en los noventa.

En 1980, a través de un dictamen de la suprema corte de los Estados Unidos, se extendió la patentabilidad a los organismos vivos unicelulares. Adicionalmente, se reformularon los requisitos para aprobar patentes, restando altura inventiva y ampliando su alcance, lo cual se vería luego reflejado en un aumento en la cantidad de patentes aprobadas. Otro cambio institucional de la década del ochenta consistió en permitir que las grandes universidades norteamericanas comercialicen el resultado de sus investigaciones en biomedicina mediante patentes y licencias (Mowery, Nelson, Sampat, & Ziedonis, 1999).

La “altura inventiva” es un aspecto clave en la regulación de este sector y, en particular, en la posibilidad del desarrollo de biosimilares: refiere a cuán relevante debe ser la innovación introducida para reconocer que un producto/proceso es patentable. Al regular con menores requisitos de altura inventiva, se abre la posibilidad de que las firmas que poseen una patente pronta a vencer consigan extender los plazos

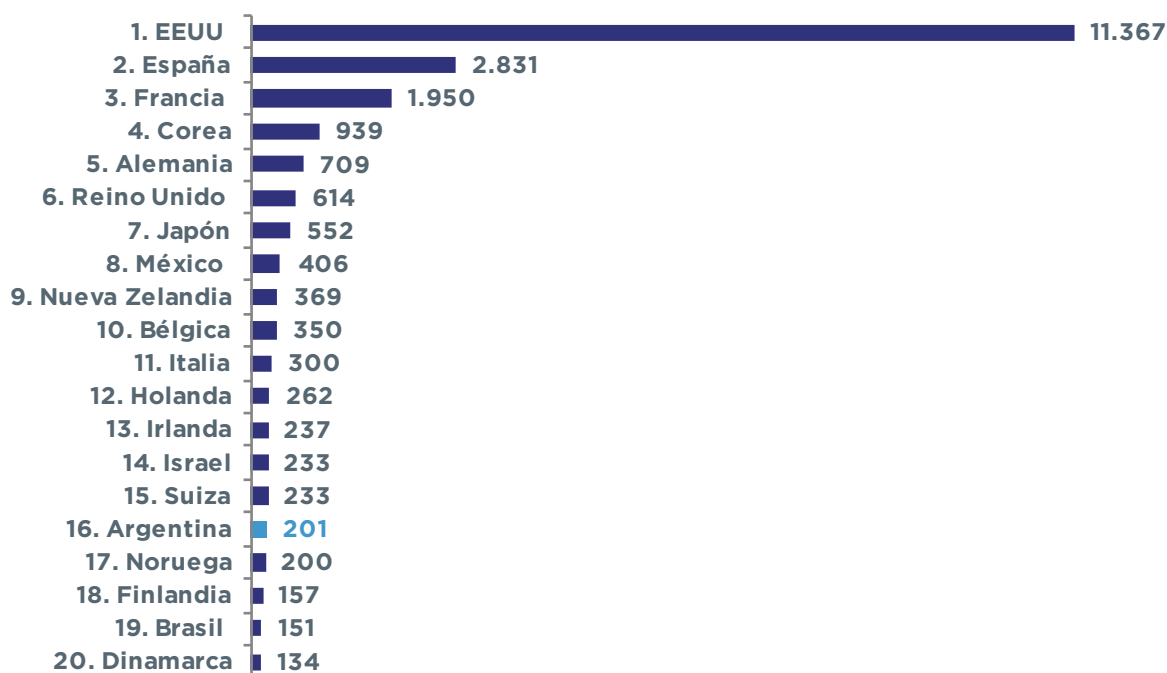
de protección de su desarrollo con pequeñas mejoras y, por tanto, posterga la oportunidad de surgimiento de biosimilares.

La definición de estándares regulatorios en países desarrollados es objeto de fuertes disputas a nivel mundial entre los grandes grupos farmacéuticos, así como entre estos y los Estados nacionales que buscan reducir los costos del sistema de salud (Lavarello, Gutman, & Sztulwark, 2018). En los países periféricos, la regulación es menos exigente para biosimilares, lo que implica una ventana de oportunidad para aquellos países que cuentan con un umbral de capacidades tecnológicas vinculadas a la actividad.

Hacia la primera década del siglo XXI, los cambios normativos señalados permitieron, fundamentalmente en Estados Unidos, el desarrollo de mercado activos financieros biotecnológicos: surgimiento de *start-ups* y desarrollo de la industria de capitales de riesgo. Durante la década del noventa los cambios regulatorios en los mercados financieros posibilitaron que las *start-ups* de alta tecnología coticen en bolsa antes de comenzar a comercializar sus productos y obtener ingresos. Este nuevo marco normativo generó rápidamente un fuerte crecimiento de ofertas iniciales públicas de acciones (IPO) de empresas biotecnológicas. Sin embargo, tras esa fuerte expansión, en 2001 cayó abruptamente el precio de las acciones biotecnológicas. Recién en 2009, tras la crisis de los *subprime*, los precios de estas acciones retomaron una senda ascendente, que se interrumpió nuevamente en 2016 con una nueva caída del precio de los activos biotecnológicos (Lavarello, 2018).

El gráfico 1 presenta los 20 países con mayor cantidad de empresas de base biotecnológica en 2015. El primer lugar lo ocupa Estados Unidos, con una cantidad de empresas muy superior al resto de los países. Sin embargo, aunque este país es líder en el sector, esta posición debe matizarse: entre esas 11.367 empresas, muchas son compañías “sin producto”, que venden una innovación encapsulada en patentes en trámite y, por tanto, no tienen aún desarrollo comercial ni planean tenerlo en esa empresa en sí. Esta peculiar dinámica es una consecuencia del modo de financiamiento adoptado en aquel país y aquellos cambios regulatorios ya mencionados de mediados de la década del noventa.

Gráfico 1. Ranking de países según cantidad de empresas de base biotecnológica (2015)



Fuente: Elaboración propia en base a OCDE y Mincyt (2016)

Tras Estados Unidos, Francia y España, se destaca el lugar que ocupa Corea. Es interesante resaltar este caso ya que este país evidenciaba un desarrollo débil de la industria farmacéutica. Su buena posición en este *ranking* es el resultado de una estrategia de “salto de etapas” basada en el aprendizaje acelerado. El país ingresa a esta actividad sin transitar todas las etapas de desarrollo de la biofarma, sino directamente a través de la producción de biosimilares de segunda generación más complejos (Lavarello, Gutman, & Sztulwark, 2018).

Argentina ocupa un lugar relevante en este *ranking*, en el puesto 16 de esta tabla. Un cuarto de estas 201 empresas con las que el país contaba en 2015 están vinculadas a desarrollos biofarmacéuticos. Como veremos en la próxima sección, la trayectoria argentina ha sido muy distinta de la trayectoria coreana, ingresando tempranamente a la actividad y sobre la base de un entramado productivo y grupos locales con amplia trayectoria en el sector farmacéutico. Esta buena posición es destacable, en tanto los países en desarrollo deben sortear importantes barreras para incursionar en la biofarma, vinculadas a los esquemas de propiedad intelectual y los requisitos regulatorios de los países centrales. El propósito de la próxima sección es comprender cómo la Argentina ha logrado sortearlas para ser un líder regional en el sector, y cuáles son los desafíos que enfrenta para mantener ese liderazgo.

Sección II.

PANORAMA NACIONAL DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR FARMACÉUTICO

A diferencia de lo ocurrido con otras revoluciones tecnológicas, los primeros desarrollos biotecnológicos aplicados a la industria farmacéutica en la Argentina se dieron tempranamente. Ya en la década del ochenta surgió la primera empresa biofarmacéutica, y actualmente la Argentina ocupa un lugar relevante entre los países productores. El desarrollo temprano de estas tecnologías se debe a la conjunción de algunos aspectos clave.

En primer lugar, es preciso destacar la tradición en ciencias biológicas y la sólida formación académica en disciplinas clave como la biología, la química y la bioquímica. Así, cuando surge la biotecnología moderna, la Argentina ya contaba con una masa crítica de conocimiento en biología, y una amplia red de instituciones asociadas: institutos, facultades y cátedras muy prestigiosas y con larga trayectoria. En segundo lugar, la Argentina contaba ya con una industria farmacéutica nacional fuerte, en condiciones de invertir y con muy buena experiencia técnica en la farmacéutica de síntesis química. Como veremos en la sección siguiente, esta industria se caracteriza por una fuerte presencia de capitales nacionales, con un rol protagónico en el mercado local y regional, y una importante dinámica innovativa. Así, los dos actores clave para el desarrollo de biofármacos, el sector científico y la industria farmacéutica, tenían un desarrollo relevante en la Argentina.

En tercer lugar, esta confluencia científico-industrial fue acompañada por un marco regulatorio que apoyó la actividad, ya desde principios de los noventa. Tal

como hemos mencionado, el marco normativo de propiedad intelectual es clave en el desarrollo de esta industria, por tanto, en la tercera subsección, repasaremos brevemente cuáles fueron las regulaciones que propiciaron que Argentina haya sido pionera en biosimilares a principios de los noventa, ingresando tempranamente a los mercados de biofármacos. En efecto, un cuarto motivo del buen posicionamiento argentino en este sector es haber aprovechado una ventana de oportunidad histórica. Por un lado, los primeros desarrollos locales comenzaron cuando no había biotecnología en América Latina, más allá de la experiencia cubana, lo cual ofrecía un gran mercado potencial. Por otro lado, en aquel entonces los cambios en los contextos regulatorios de los países del norte abrieron espacios transitorios para una entrada más sencilla de otros países como la Argentina.

El objetivo de esta sección es comprender cuál es el entramado productivo e institucional que se fue conformado a partir de aquella entrada temprana a la producción de biofármacos, y cuáles son los desafíos que enfrenta actualmente. A continuación, tras una caracterización general del sector farmacéutico en su conjunto, se abordan específicamente las características de las principales empresas de base biotecnológica, la dinámica innovativa y el entramado institucional específico y las políticas públicas implementadas en los últimos años.

1. Las empresas del sector biofarmacéutico

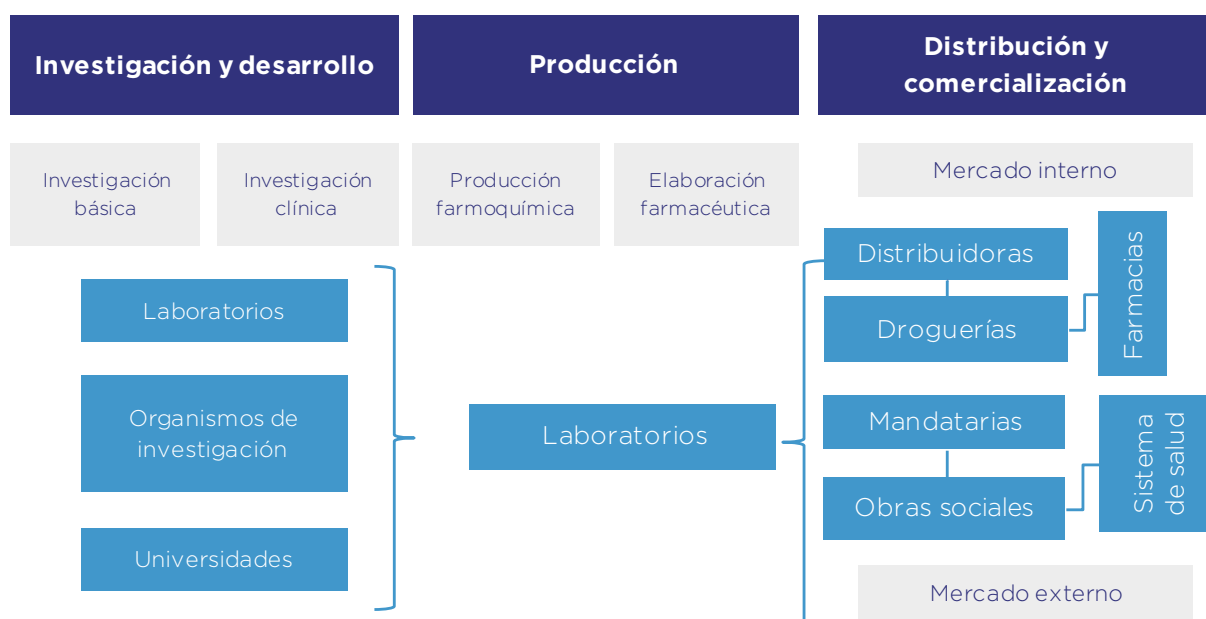
La preexistencia de una industria farmacéutica consolidada y pujante ha sido, como ya mencionamos, un aspecto clave en el desarrollo de la biofarma. Si bien a los efectos de nuestra exposición hablamos en ambos casos de “sectores”, en realidad no es posible escindir por completo el entramado de la farmacéutica tradicional, de síntesis química, de aquella basada en la biotecnología moderna. El sector biofarmacéutico no sólo es un desprendimiento del sector farmacéutico tradicional, sino que la conexión entre ambos persiste, con empresas que combinan ambos tipos de producciones. De allí que comencemos por caracterizar al sector farmacéutico en su conjunto, para luego abordar específicamente el universo de aquellas empresas que realizan actividades biotecnológicas.

El mercado farmacéutico argentino es abastecido por 210 laboratorios, que generan el 4,9% del valor agregado industrial. El sector de fabricación de medicamentos cuenta con aproximadamente 190 plantas industriales instaladas en el país, de las cuales 160 son empresas de capitales nacionales y las 30 restantes de empresas multinacionales (CILFA, 2018). Aquellos laboratorios que no poseen una planta industrial tercerizan su producción o la importan, y realizan internamente los controles de calidad.

La producción farmacéutica argentina se concentra en los grandes centros urbanos: el 45% de los establecimientos del sector está ubicado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y en el Gran Buenos Aires (GBA), y, con una participación significativamente menor, en las provincias de Santa Fe (8,3%) y Córdoba (7,5%) (Ministerio de Hacienda, 2016)2016.

La figura 1 resume los principales eslabones de la cadena de valor farmacéutica. El resultado de la primera etapa son moléculas y formulaciones, que luego, en la etapa siguiente, permiten la producción de formas farmacéuticas y medicamentos. La investigación básica, asociada al descubrimiento de moléculas con determinadas propiedades curativas, no es desarrollada por la industria local, ya que a nivel mundial esta instancia está concentrada en los países centrales. Sí se realiza localmente la investigación clínica y, por el desarrollo que han tenido los medicamentos genéricos, los estudios de bioequivalencia para demostrar que el medicamento obtenido tiene las mismas propiedades que aquel original. El entramado productivo argentino abastece tanto al mercado interno, a través del sistema de salud o la venta al público en farmacias, como al mercado externo, exportando fundamentalmente a países de la región.

Figura 1. Esquema de la cadena de valor farmacéutica



Fuente: elaboración propia

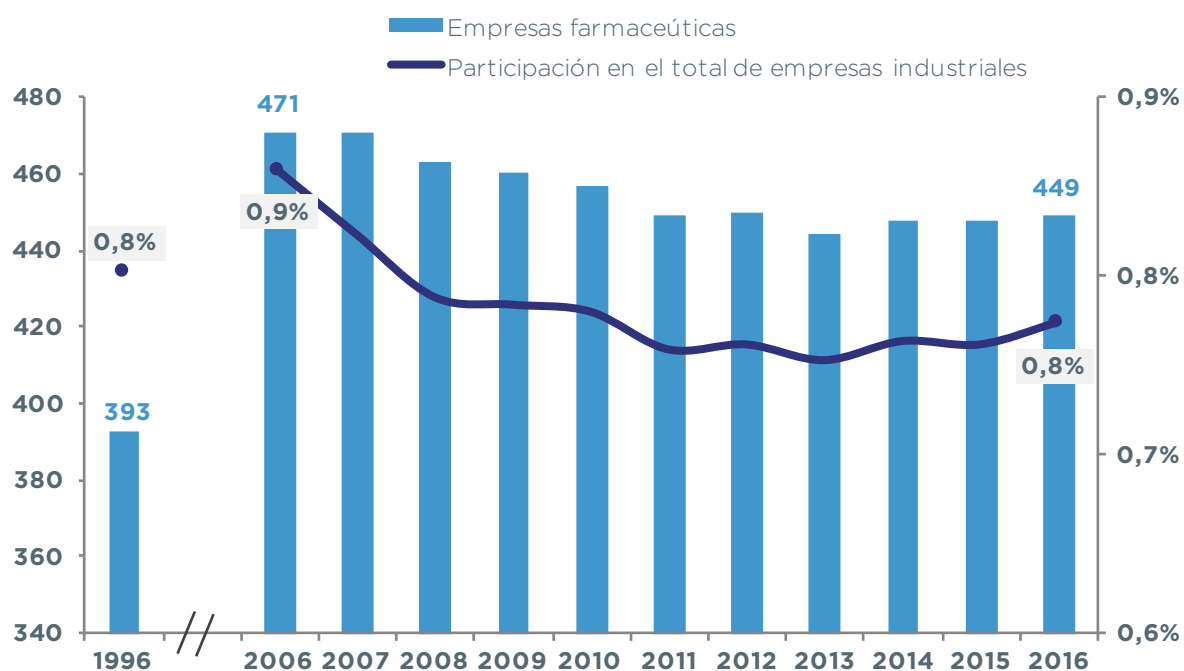
En el entramado productivo local es posible distinguir tres conjuntos de empresas farmacéuticas con características diferentes. En primer lugar, los laboratorios multinacionales, que localmente actúan fundamentalmente en el segundo y tercer eslabón de la cadena, enfocados principalmente en la comercialización de productos terminados y abastecidos por sus casas matrices. En general, estas empresas durante la década del 2000 vendieron sus plantas y actualmente tercerizan su producción

o bien otorgan licencias de producción a laboratorios nacionales. En segundo lugar, hay grandes laboratorios nacionales que realizan localmente actividades de I+D con el propósito de formular nuevos productos a partir de patentes ya vencidas y el acondicionamiento de principios activos -mayormente de origen extranjero- y producir medicamentos genéricos con marca propia. En este caso, las actividades de I+D se concentran en la investigación clínica. Finalmente un tercer grupo está compuesto por laboratorios también de origen local, pero más chicos, que crecieron fundamentalmente a partir de 2002 con la sanción de la ley sobre medicamentos genéricos (Santarcángelo, Kalos, & Marí, 2016). Este panorama se completa además con un conjunto de más de 30 laboratorios públicos que producen medicamentos, pero que tienen incidencia reducida en el mercado.

En 2017, el 64,6% de la producción farmacéutica provino de laboratorios nacionales. Los diez laboratorios con mayor facturación generaron en 2017 el 44,6% de las ventas totales, y los ocho primeros son de capital nacional (CILFA, 2018). El crecimiento de los laboratorios nacionales se dio, además, en un contexto de incremento en las coberturas de salud y mayor acceso a medicamentos por parte de la población, lo que redundó en un aumento de producción y las ventas.

En el gráfico 2 se observa que durante la última década el número total de empresas farmacéuticas ha sido cercano a las 450, sustancialmente superior al nivel de la década del noventa. El incremento en la cantidad de empresas que se aprecia al comparar las 393 empresas de 1996 y las 471 de 2006, ocurrió fundamentalmente a partir de 2002. La sanción de la ley que establece la prescripción por droga genérica (Ley N.º 25.649, conocida como ley de medicamentos genéricos), fue uno de los factores clave para el surgimiento y desarrollo de pequeños laboratorios locales, así como también para que los grupos locales que ya estaban en la industria incrementen su participación en el mercado. En efecto, durante la década del 2000 diferentes empresas multinacionales vendieron sus plantas y las mismas fueron adquiridas por grupos nacionales, incrementando la participación del capital nacional en este sector. A su vez, hubo un proceso de mejora de las plantas existentes, adopción de nuevas técnicas y una creciente importancia de la producción de medicamentos de base biotecnológica, que se plasmó en la incursión de los principales grupos farmacéuticos nacionales en ese tipo de desarrollos.

Gráfico 2. Evolución de la cantidad de empresas farmacéuticas en la Argentina. 1996, 2006-2016



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE

Durante el período 2006-2016, pese al incremento de la participación de laboratorios nacionales, hubo un aumento constante de las importaciones de productos farmacéuticos y un creciente déficit comercial externo en el sector. Este resultado se debe fundamentalmente al comportamiento de los laboratorios multinacionales, cuyo déficit comercial en dólares entre 2005 y 2017 se incrementó un 412% (CILFA, 2018). Los laboratorios nacionales, en cambio, experimentaron hasta 2016 un saldo comercial positivo, ya que, si bien importan principios activos e incluso algunos medicamentos, sus exportaciones superan sus importaciones. En 2017, debido a la caída en las exportaciones, los laboratorios nacionales experimentaron también un leve saldo comercial negativo.

Ahora bien, es relevante destacar aquí los resultados respecto al saldo comercial del sector porque uno de los factores explicativos del déficit experimentado es el crecimiento de la importación de biofármacos. Mientras que entre 2003 y 2017 las ventas externas de biofármacos se multiplicaron por 4, la importación aumentó 15 veces. Este déficit creciente en los biofármacos está asociado a la importación de moléculas más complejas, como los anticuerpos monoclonales.

En Argentina hay 201 empresas de biotecnología, de las cuales aproximadamente la cuarta parte realiza productos biofarmacéuticos. Estas últimas representan el 12% de las ventas totales de productos biotecnológicos y el 29% de las exportaciones del sector. Hay una fuerte presencia de empresas de capital nacional, incluso de

pequeñas y medianas empresas, aunque también están presentes las principales empresas multinacionales del sector. Este entramado empresarial ha mostrado gran dinamismo, y en efecto, las dos terceras partes de las empresas del sector biotecnológico han surgido en la última década (MinCyT, 2016).

En este grupo de empresas es posible distinguir dos conjuntos. Por un lado, empresas de base biotecnológica, que se dedican exclusivamente a los biofármacos, y, por otro, empresas farmacéuticas que incursionan en la biotecnología pero mantienen el centro de su actividad en la industria farmacéutica de síntesis química. En el primer grupo encontramos empresas que desarrollan y producen biofármacos, aunque no todas comercializan el producto. La gran mayoría se focaliza en la producción de medicamentos y de reactivos de diagnóstico, mientras que el resto se dedica a estudios genéticos y terapias génicas (Ministerio de Hacienda, 2016)2016. El segundo grupo comprende empresas que han desplegado diferentes estrategias para incursionar en la biotecnología: algunas lo han hecho con desarrollo propio, otras ingresaron a través de *joint ventures* o alianzas con otras empresas, y otras sólo se dedican a la comercialización adquiriendo licencias de biofármacos. Cualquiera sea la estrategia, en estas empresas farmacéuticas que no se dedican exclusivamente a productos biotecnológicos, los mismos representan, en promedio, la cuarta parte de sus ventas totales⁵⁰ (MinCyT, 2016).

Más del 80% de las empresas de la industria biofarmacéutica son de capital nacional. Hasta ahora solo unas pocas han logrado desarrollar exitosamente todas las etapas de la cadena de valor; y han transitado diferentes trayectorias, en forma independiente o integrándose a grupos nacionales, para adquirir capacidades productivas y regulatorias y el *know-how* necesario para competir en el mercado interno y los mercados internacionales.

En un estudio reciente sobre la dinámica de las empresas biofarmacéuticas en la Argentina, Lavarello y Gutman (2018) identificaron cuatro trayectorias distintas que recorrieron las empresas que desarrollan biofármacos localmente. La primera es la “entrada temprana”, que experimentó fundamentalmente la empresa Biosidus en la década del ochenta con la producción de eritropoyetina para el tratamiento de pacientes con anemias graves. La entrada al sector durante la primera ola de la revolución biotecnológica enfrentó umbrales de conocimiento altos; el factor clave del éxito en esta inserción estuvo vinculado al acceso temprano a recursos humanos altamente calificados que se encontraban en la frontera de los avances de la biología molecular y biomédica. Esto fue posible por el desarrollo de estas disciplinas en el sistema científico-tecnológico argentino y la experiencia biomédica de los equipos de hospitales públicos. En ese marco, el grupo farmacéutico local

⁵⁰ En otro sector de base biotecnológica, como la producción de semillas, la participación de los productos biotecnológicos en las ventas alcanza el 50%.

Sidus creó en 1980 una división de I+D biotecnológica que luego en 1983, con su soporte organizacional, se constituyó como una empresa individual especializada en biotecnología y que hasta 2010 se mantuvo como parte del mismo grupo. En 1990 la empresa lanzó su primer producto biosimilar, y hacia fines de la década del 2000 ya ofrecía al mercado interno y externo siete proteínas recombinantes para usos en salud humana (Lavarello & Gutman, 2018). Esta trayectoria se basó entonces en la imitación temprana, durante la primera ola de vencimientos de licencias de biofármacos recombinantes, y determinó un crecimiento vinculado fundamentalmente a ser pioneros en el mercado local y regional.

La segunda trayectoria que identificaron los autores es la de los “imitadores tardíos” que ingresaron al mercado ya en la etapa de maduración de la primera generación de biosimilares. En efecto, en la década del noventa surgieron nuevas empresas especializadas en biofármacos y los laboratorios farmacéuticos ya existentes incursionaron en esta actividad. La inserción como exportadores tempranos posibilitó desarrollar un proceso de aprendizaje a partir de escalas bajas de producción, tanto en lo que refiere a la manufactura como a los aspectos normativos, en un momento en que los umbrales de escala y regulatorios aún no eran críticos (Gutman & Lavarello, 2018).

Una tercera estrategia es la de aquellas empresas que luego de incursionar en la primera generación de biosimilares, utilizaron esa *expertise* para avanzar hacia la segunda generación; y finalmente, la cuarta trayectoria detectada es la de empresas que ingresaron directamente en los biosimilares de segunda generación. Las empresas que transitaban estos dos últimos caminos lo hicieron a partir de la adquisición de firmas o la contratación de exempleados de otras empresas que tenían experiencia en el escalado y el bioprocesamiento. Los biofármacos de segunda generación requieren plantas más grandes que aquellos de primera generación.

A partir de la década del 2000 surgieron empresas biotecnológicas pequeñas, de capital nacional, focalizadas en las etapas de I+D, varias de las cuales no cuentan aún con producción comercial. Son *start-ups* fomentadas por políticas públicas de promoción para empresas de base tecnológica, surgidas como *spin-off* de laboratorios universitarios o de otras empresas del sector. Su supervivencia ha dependido fundamentalmente de la articulación con grupos farmacéuticos locales de amplia trayectoria, ya sea por absorción o a través de alianzas, que les brinda financiamiento, canales de distribución, conocimientos regulatorios o acceso a los mercados (Gutman & Lavarello, 2018). Actualmente, un grupo nacional con importante presencia en el sector está desarrollando también un programa de apoyo para *start-ups* de base biotecnológica.

En los últimos años el sector ha sido muy dinámico: en 2009 había aproximadamente

25 empresas y en 2015 ya operaban unas 60 (Gutman & Lavarello, 2011, 2018). A partir del recorrido por estas diferentes trayectorias, es posible recuperar algunas consideraciones generales que nos serán útiles no sólo para comprender la génesis del sector, sino fundamentalmente para entender los desafíos que enfrenta a futuro.

En primer lugar, es preciso destacar dos diferencias en el surgimiento del sector en la Argentina respecto a lo ocurrido en Estados Unidos. Por un lado, en nuestro país han sido las empresas farmacéuticas locales las que comenzaron a desarrollar productos biofarmacéuticos. La dinámica experimentada en Estados Unidos, con pequeñas empresas que nacieron en forma independiente, desarrollaron un biofármaco y luego fueron adquiridas por un gran laboratorio farmacéutico, comienza a evidenciarse en la Argentina recién en los últimos años, a partir de las políticas de fomento a *starts-up* de base biotecnológica. Por otro lado, mientras que las empresas de biofarma norteamericanas han logrado posicionarse en el mercado con un solo producto estrella, en el cual concentran todo su gasto en I+D, las empresas locales necesitan contar con una cartera de productos más amplia, pues el mercado –aun alcanzando el mercado regional– no es suficiente para sostener la estructura de estas empresas con un solo producto.

En segundo lugar, cabe remarcar la relevancia que han tenido los biosimilares para el desarrollo del sector en la Argentina. En general, las empresas que comercializan biofármacos con licencia, solo realizan localmente la formulación, el llenado, y el análisis clínico requerido por la normativa local. En cambio, las firmas dedicadas a la imitación creativa, que basaron su estrategia en desarrollar localmente aquellos biofármacos cuya licencia ha expirado, cuentan con una base de conocimiento más variada y sofisticada. Una señal de alerta, sin embargo, surge a partir de las tendencias a endurecer los marcos normativos globales sobre propiedad intelectual, y las dificultades de algunas empresas para pasar de los biofármacos de primera generación a los de segunda generación.

En tercer lugar, es preciso notar que la mayoría de las empresas que hacen imitación creativa son de capital nacional. Incluso varias han surgido como *spin-off* de la primera empresa biotecnológica del país. Este rasgo, que desde la empresa individual puede acarrear algunos inconvenientes en términos de la retención del personal formado, puede interpretarse como síntoma de los beneficios que ofrece la existencia de un sistema de producción local para el desarrollo y la consolidación del sector como tal. Este aspecto, vinculado a la relevancia de la formación y la experiencia temprana de un núcleo de científicos y técnicos en el sector, será retomado en la cuarta sección.

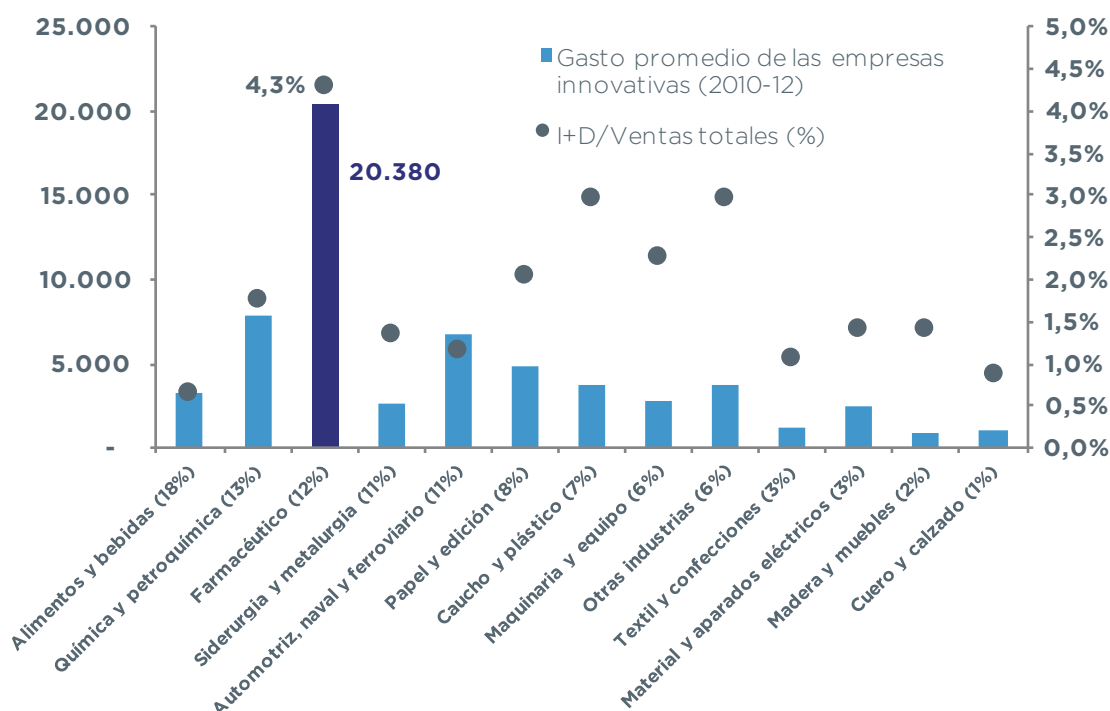
2. La innovación en el sector farmacéutico y biofarmacéutico

El sector farmacéutico se destaca por la alta participación de las actividades de I+D en su estructura de costos, superior al promedio industrial. En base a la Encuesta Nacional del Empleo y la Innovación (ENDEI)⁵¹, se observa que durante el período 2010-2012 el 84% de las empresas del sector farmacéutico realizó actividades de innovación, y el 82% obtuvo un resultado innovador –mientras que el promedio industrial es de 60% y 56% respectivamente–. Este sector explica el 12% del gasto total en actividades de I+D en el sector industrial argentino. Si bien este porcentaje ya indica una alta participación en las actividades de innovación, el dato que refleja mejor la relevancia que tienen las actividades de I+D en el sector es el gasto por empresa.

En el gráfico 3 se presentan los sectores ordenados según su participación en el gasto total de I+D (indicado entre paréntesis en el eje de las abscisas), y las columnas muestran el gasto promedio en I+D de las empresas innovativas de cada sector. Se observa allí que el gasto promedio en las empresas farmacéuticas es muy superior al resto de los sectores, y alcanza el 4,3% de las ventas totales del sector.

⁵¹ La ENDEI es una encuesta realizada por el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social y el Ministerio de Ciencia y Tecnología, que relevó datos acerca del empleo y la innovación en diferentes sectores industriales. La información relevada corresponde al período 2010-2012. Los resultados aquí presentados provienen de los datos sistematizados publicados y del procesamiento de microdatos de la encuesta, que se encuentran disponibles para el público. La base cuenta con información sobre 136 empresas del sector farmacéutico, que representan el 3,7% del total de la muestra. La encuesta diferencia las empresas innovativas, que son aquellas que realizan actividades de innovación, de las empresas innovadoras, que son las que, en base a aquellas actividades, logran resultados innovadores.

Gráfico 3. Inversión en actividades de I+D por sector industrial (miles de \$) y participación sobre ventas (%). Argentina, 2010-2012

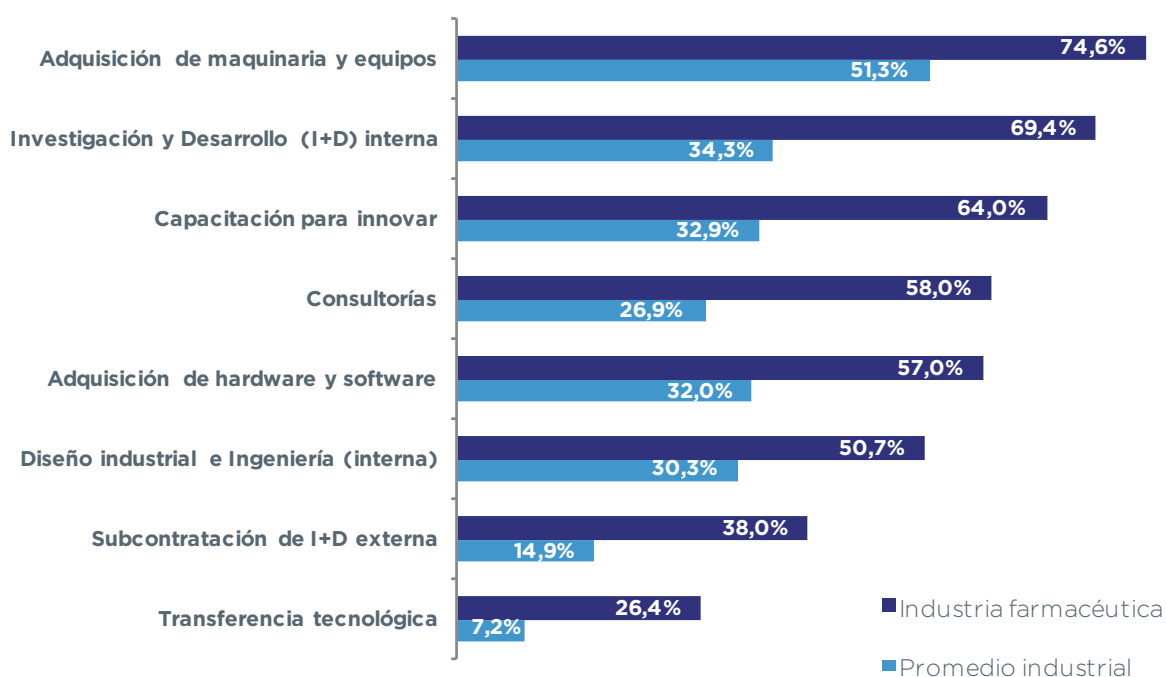


Fuente: Elaboración propia en base a ENDEI (MTEySS-MinCyT)

A partir de la misma fuente de datos es posible conocer qué tipo de actividades innovativas realizan las empresas. En el gráfico 4 se observa que en la industria farmacéutica es más frecuente realizar cada una de estas actividades respecto a lo que ocurre en el promedio industrial. Si bien la actividad que se realiza con mayor frecuencia es la adquisición de maquinaria y equipos –realizada por el 74,6% de las empresas del sector–, es preciso destacar aquí lo ocurrido con la I+D interna y la capacitación para innovar: la proporción de empresas farmacéuticas que realizan estas actividades duplican al promedio industrial.

Gráfico 4. Tipo de actividades de innovación realizadas por las empresas de la industria farmacéutica y el sector industrial en conjunto.

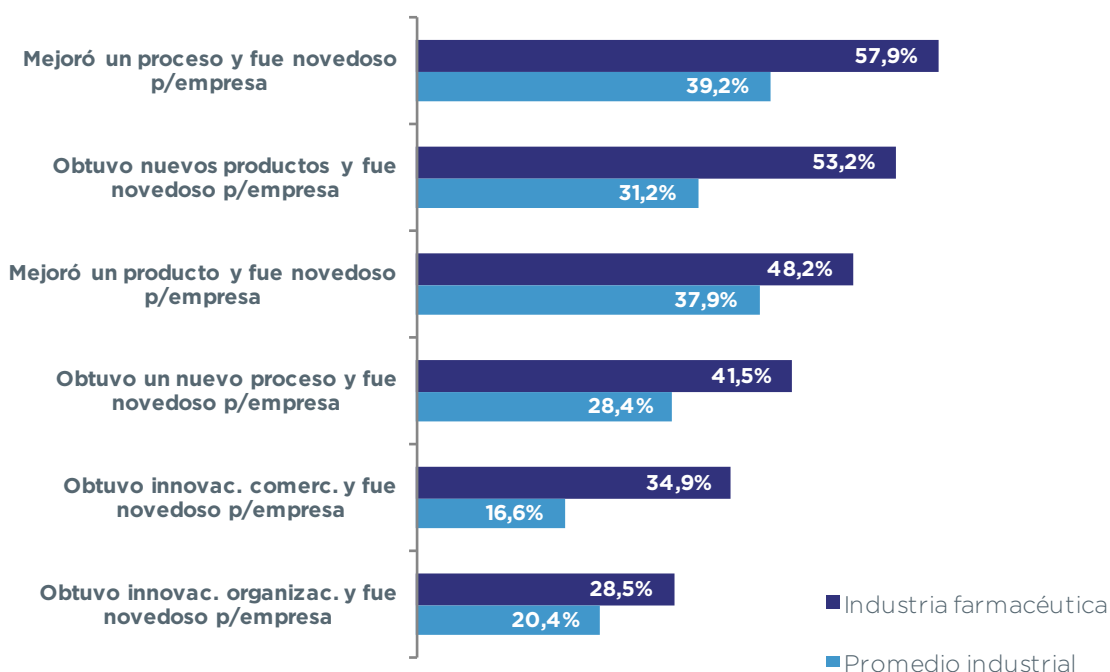
Argentina, 2012



Fuente: Elaboración propia en base a ENDEI (MTEySS-MinCyT)

Tal como es esperado, esta mayor inversión en actividades de I+D redunda en mejores resultados en términos de innovaciones. Así, en el sector farmacéutico es más frecuente conseguir distintos tipos de innovaciones: de productos, de proceso, organizacionales y comerciales. En el gráfico 5 se observa que las innovaciones conseguidas con mayor frecuencia son aquellas de mejoras de procesos (57,9%) y la obtención de nuevos productos o mejora de los mismos (53,2% y 48,2% respectivamente).

Gráfico 5. Resultados de las actividades de innovación realizadas en la industria farmacéutica y el sector industrial en conjunto. Argentina, 2012



Fuente: Elaboración propia en base a ENDEI (MTEySS-MinCyT)

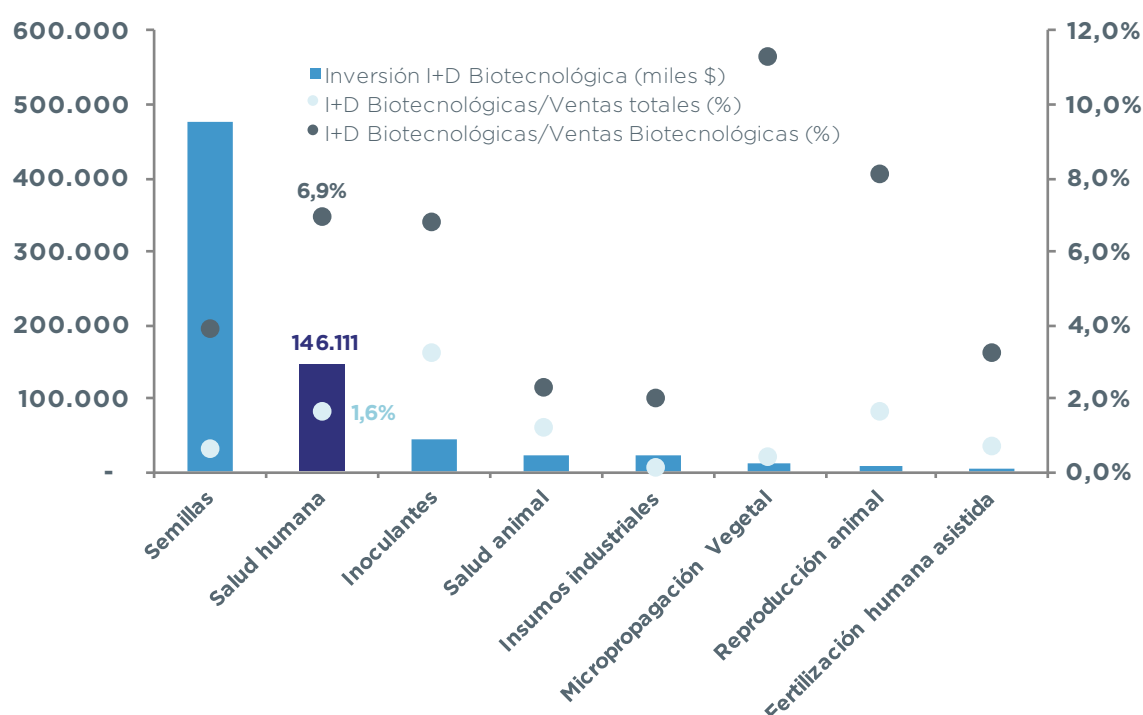
A su vez, de la misma fuente de datos surge que el sector farmacéutico es el sector industrial con mayor participación de empresas que, a partir de su innovación, acceden a nuevos mercados externos. Este es un aspecto central en los debates sobre innovación y empleo, puesto que a diferencia de lo que ocurre con aquellas innovaciones ahorradoras de trabajo, el desarrollo de nuevos productos y la conquista de nuevos mercados suelen tener un impacto positivo sobre la creación de empleo (Novick et al., 2010; Pereira y Tacsir, 2017)2017. Según los datos de ENDEI, el 37% de las empresas innovadoras del sector farmacéutico han aumentado el requerimiento de trabajadores técnicos o profesionales y el 30% incrementaron la necesidad de trabajadores de calificación operativa –mientras que en el promedio de las empresas industriales innovadoras los porcentajes son 26% y 25% respectivamente.

Uno de los condicionantes más habituales para el desarrollo de actividades de I+D es el financiamiento, ya que en general son actividades cuyo resultado se evidencia en el mediano o largo plazo y que, incluso, puede ser incierto. Los resultados sobre I+D en la industria farmacéutica presentados hasta aquí se dieron en un contexto de fuerte dependencia de los recursos propios para las actividades de innovación. Según la ENDEI, el 94,5% de las empresas farmacéuticas invirtieron recursos propios (90,5% para el promedio industrial) y un 12,8% recurre a fondos de casa matriz o grupo de empresas (5,2% en el promedio).

En las actividades basadas en la biotecnología el financiamiento se torna un aspecto

aún más crítico, debido a que las mismas suelen demandar más tiempo y estar asociadas a mayor incertidumbre. Estos dos rasgos explican que la inversión en I+D necesaria para desarrollar biofármacos sea mayor. Tal como se observa en el gráfico 6 en base a la encuesta a empresas de base biotecnológica, en aquellas dedicadas a la salud humana, la inversión en I+D representa un 6,9% de sus ventas biotecnológicas totales. Este porcentaje es menor al comparar con las ventas totales (1,6%), ya que como hemos mencionado, un importante grupo de empresas farmacéuticas combina desarrollos de biofarma con aquellos de síntesis química.

Gráfico 6. Inversión en actividades de I+D biotecnológicas (miles de \$) y participación sobre ventas (%). Argentina, 2014



Fuente: Elaboración propia en base a Mincyt (2016)

Del relevamiento realizado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología surge que, debido a estos plazos más extendidos y resultados inciertos, la mayor parte de las empresas de biotecnología tienden a realizar sus inversiones de I+D con el apoyo de programas de financiamiento y apoyo técnico de instituciones públicas (MinCyT, 2016). En efecto, la principal diferencia entre el desarrollo de un biofármaco y la cadena de valor de la industria farmacéutica de síntesis química está en el desarrollo farmacéutico. Ese desarrollo supone una primera etapa en la que se reproduce la molécula de interés, se obtiene y se purifica para generar la materia prima que luego será reproducida a escala para obtener el producto final.

De hecho, el desarrollo de biosimilares entraña un proceso más sofisticado de I+D respecto a los genéricos de síntesis química. La molécula utilizada en la síntesis química es sencilla y fácilmente reproducible, mientras que en los biofármacos

se trabaja con moléculas más complejas, y por tanto de más difícil reproducción. Mientras que los genéricos de síntesis química requieren de actividades de “imitación duplicativa” que permiten reproducir la molécula original de forma exacta, los biosimilares demandan mayores esfuerzos de desarrollo de producto y de procesos, y por tanto, involucra actividades de “imitación creativa” (Lavarello, Gutman, Díaz, et al., 2018). Se habla por tanto de “similares”, pues no son exactamente iguales a la molécula original y requieren también análisis clínicos más complejos. Por su parte, las filiales de multinacionales que comercializan localmente aquellos biofármacos patentados por sus casas matrices, concentran su actividad técnica en los análisis clínicos y control de calidad para la aprobación regulatoria.

En la etapa de desarrollo productivo, esto es, el escalado o elaboración farmacéutica, si bien lo que ocurre a nivel biológico en el bioreactor es diferente al proceso químico en un reactor, el proceso de trabajo, el *lay-out* de planta y la estructura de personal en términos de calificaciones son similares. Aquellas empresas que producen tanto biofármacos como fármacos de síntesis química requieren contar con plantas y laboratorios de control de calidad separados para evitar la contaminación cruzada. Finalmente, el desarrollo comercial, esto es, el tercer eslabón de la cadena, presenta diferencias ya que los biofármacos son más costosos respecto a los medicamentos de síntesis química, y sus compradores son hoy exclusivamente institucionales –los Estados, instituciones médicas y/u obras sociales.

En una encuesta realizada en 2014 y 2015 a 44 empresas que realizan actividades de biofarma, Lavarello et al. (2018) encontraron que para las filiales de multinacionales la principal dificultad para innovar radica en los costos y tiempos de aprobación regulatorio para el lanzamiento de un producto al mercado. En cambio, para los grupos nacionales y las empresas asociadas a estos, que realizan actividades de “imitación creativa” para la producción de biosimilares, la principal dificultad está asociada al financiamiento de la I+D. La escala y el marco normativo laxo respecto a la propiedad intelectual, por su parte, no son identificados como un problema para la actividad innovativa de este último conjunto de empresas, mientras que sí son destacados como tales por las filiales de empresas multinacionales. A continuación, describiremos sucintamente el marco regulatorio y el sistema institucional y las oportunidades y los límites que ofrece para este sector en la Argentina.

3. El sistema institucional en el sector: Sistema Sectorial de Innovación en Salud Humana en Argentina (SSISH)

El Estado cumple un rol central como agente regulador del sector y también como fuente de financiamiento para las actividades de I+D y productivas. Los principales actores del sector público que conforman el sistema sectorial de innovación en

salud humana en Argentina son instituciones vinculadas a la Secretaría de Salud y a la Secretaría de Ciencia y Tecnología.

En primer lugar, es preciso destacar dos organismos, vinculados a la Secretaría de Salud, que tienen un rol central en la regulación del sector farmacéutico, y en la formulación y ejecución de políticas para la salud.

1. La Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), es un organismo descentralizado creado en 1992 y que tiene a su cargo la autorización, registro, normativización, vigilancia y fiscalización de medicamentos y alimentos.

2. La Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud (ANLIS) “Dr. Carlos G. Malbrán”, que nuclea a doce institutos, desempeña un rol central en la formulación y ejecución políticas de ciencia, tecnología e innovación para la salud, supervisa la calidad de productos biológicos y realiza investigaciones para mejorarlos o para generar nuevos.

El vínculo con estos organismos, tanto por su rol como reguladores como por la cooperación técnica, es central para el entramado productivo de base biotecnológica. A su vez, el desarrollo temprano de biosimilares ha generado importantes aprendizajes regulatorios por interacción entre las empresas y los organismos de regulación, que se traducen actualmente en los altos estándares relativos de Argentina en materia regulatoria (Lavarello & Gutman, 2018).

La Secretaría de Ciencia y Tecnología, por su parte, desde la década del ochenta ha impulsado diferentes programas con el propósito de desarrollar y difundir la biotecnología en la Argentina⁵². A su vez, para el sector resulta muy relevante la articulación con la Agencia de Ciencia y Tecnología, a través de sus programas de financiamiento –FONCyT, FONTAR, FONARSEC–, y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), a través de centros e institutos específicos, independientes o de doble dependencia con universidades nacionales. Esta articulación, tan necesaria para el desarrollo de biosimilares localmente, ha ido mejorando con el tiempo. Los representantes de las empresas entrevistadas destacan que algunas décadas atrás, había mayor desconfianza entre quienes provenían de la academia y quienes se desempeñaban en la industria, pero que con el correr del tiempo, en particular durante los últimos 10-15 años, esa relación se ha ido afianzando. Una dificultad que aún persiste refiere a los tiempos burocráticos para la firma de convenios y la aprobación de proyectos, que demora las vinculaciones y

⁵² Los programas impulsados han sido: Programa Nacional de Biotecnología de 1982-1991, Programa Nacional Prioritario de Biotecnología (1992-1996), Programa de Biotecnología del Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología (1998-2000), Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Bicentenario” (2006-2010), en el cual se define, entre otras, a la biotecnología como área temática prioritaria.

genera complicaciones para una industria en la cual resulta clave “entrar a tiempo” a un mercado.

Una de las instancias de articulación entre instituciones públicas y compañías privadas ha sido el Foro Argentino de Biotecnología, creado en 1986 con el propósito de promover la biotecnología en el país e impulsar la cooperación entre el ámbito científico, empresarial y gubernamental. En 2011 un conjunto de empresas que realizan actividades biotecnológicas –no sólo vinculadas a salud humana, sino también a salud animal, semillas, entre otras– conformaron la Cámara Argentina de Biotecnología, que actualmente está integrada por 25 empresas.

Más allá de este conjunto de organismos que componen el sistema institucional del sector, otro aspecto clave refiere al marco regulatorio. Aquí cabe distinguir tres ámbitos: en primer lugar, es de suma relevancia el marco regulatorio para la aprobación de biofármacos para su comercialización; en segundo lugar, el marco jurídico sobre propiedad intelectual; y en tercer lugar, los programas de promoción del sector.

> Aprobación para su comercialización

La autoridad sanitaria que debe aprobar cualquier medicamento para ser comercializado en la Argentina es la ANMAT. Este organismo requiere un conjunto de estudios para registrar cada medicamento, ya sea de síntesis química o biológico, que asegure que sean seguros y eficaces.

Los medicamentos genéricos, de síntesis química, requieren para su aprobación un conjunto de estudios que muestran que son equivalentes al medicamento original. Dado que, como ya hemos mencionado, el genérico es una copia idéntica del medicamento original y se trata de una molécula simple, su equivalencia se demuestra fácilmente. En cambio, los biofármacos, que son moléculas más complejas que surgen de un proceso biológico a partir de organismos vivos, requieren estudios más complejos para demostrar que son similares al original. Esta comparación implica tres pasos: comparabilidad de la calidad, comparabilidad preclínica y comparabilidad clínica (ensayos clínicos en pacientes, una etapa que en general no es necesaria para los medicamentos genéricos).

Los protocolos para corroborar la “biosimilaridad” se han desarrollado recientemente, y han sido incorporado por las agencias regulatoria de distintos países progresivamente. En la Argentina, en 2011 la ANMAT ha adoptado una disposición (7075/11) que establece cuáles son los requisitos para el registro de especialidades de origen biológico, y otra (7729/11) referida específicamente a los biosimilares. A partir de la implementación de estos protocolos, que exigen mayor cantidad de estudios respecto a lo que ocurría previamente, los plazos para la aprobación de

biosimilares se han extendido.

En las entrevistas realizadas a representantes de diferentes empresas del sector prima un consenso respecto a la buena capacidad técnica y los altos estándares del ANMAT. Sin embargo, los entrevistados han señalado que el organismo cuenta con recursos insuficientes, que generan cuellos de botella en la aprobación de nuevos productos y demoran su lanzamiento al mercado.

> Propiedad intelectual

En la Argentina, el principal organismo responsable de la aplicación de las leyes de protección de la propiedad industrial es el Instituto Nacional de Propiedad Industrial, dependiente del Ministerio de Producción. Como hemos señalado, el desarrollo temprano de la actividad biofarmacéutica en la Argentina se valió de un marco normativo respecto a la propiedad intelectual propicio para la imitación creativa.

En la década del noventa, con la adhesión y puesta en marcha de la Organización Mundial del Comercio y la entrada en vigencia el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC)⁵³, la Argentina sancionó una nueva ley de patentes y ratificó el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV 1978) referido a los derechos del obtentor⁵⁴. Durante esa década la normativa internacional tendió a ampliar el alcance de los derechos de propiedad y patentes, beneficiando a los obtentores y limitando los desarrollos por imitación. Sin embargo, la no adhesión de la Argentina a esas reglamentaciones, permitió el desarrollo local de genéricos y biosimilares.

Entre los años 2012 y 2015, se generaron importantes cambios orientados hacia un abordaje estratégico de la propiedad intelectual. Mediante la resolución conjunta 118, 546 y 107, en 2012 se establecieron criterios más estrictos para conceder derechos exclusivos sobre los medicamentos. Esta medida, recomendada por la Organización Mundial de la Salud, en pos de garantizar la mayor cobertura y alcance de los medicamentos para la población, permitió limitar la proliferación de patentes “con baja altura innovativa” –esto es, patentes asociadas a innovaciones menores sobre aquellos desarrollos cuya patente original está próxima a vencerse-. Por ello, en la Argentina los requisitos de patentabilidad son rigurosos y contemplan excepciones amplias que ha permitido el desarrollo local de biosimilares (Gutman & Lavarello, 2018).

⁵³ Los tratados de libre comercio, por ejemplo, contemplan reglas más rigurosas –llamadas ADPIC-Plus–, que limitan las posibilidades de desarrollos imitativos.

⁵⁴ El Convenio UPOV 1978, a diferencia del convenio UPOV 1991 –sancionado luego y al cual Argentina no ha adherido– otorga al obtentor derechos más limitados y excepciones más amplias.

> Beneficios fiscales

En 2007 se sancionó la Ley de Promoción del Desarrollo y Producción de la Biotecnología moderna (Ley 26.270), que prevé diferentes beneficios fiscales para la actividad. Sin embargo, la ley fue reglamentada recién 10 años más tarde, en 2017, y aunque aún no ha sido implementada se incorporó al sector en la nueva ley sobre economía del conocimiento (Ley 27.506). La Ley de Promoción de la Industria del Conocimiento, aprobada en junio de 2019, prevé la reducción de aportes patronales y de la alícuota del impuesto a las ganancias, y un régimen especial para la contratación de profesionales con doctorado en ciencias, y contempla un conjunto de actividades⁵⁵, entre ellas aquellas de base biotecnológica.



⁵⁵ Las actividades incluidas en el proyecto de ley son aquellas asociadas a las siguientes industrias: software, audiovisual, biotecnología, servicios geológicos, servicios profesionales (solo de exportación), investigación y desarrollo experimental, nanotecnología, industria aeroespacial y satelital, inteligencia artificial, robótica e Internet industrial, Internet de las cosas, sensores, manufactura aditiva, realidad aumentada y virtual, y simulación.

Sección III.

PERFIL DE LAS/OS TRABAJADORAS/ES

Uno de los aspectos clave en el debate en torno a la industria 4.0 y el modo en que el conocimiento está transformando los procesos productivos, de distribución y de consumo es su impacto sobre el empleo. A diferencia de los procesos de automatización o robotización, los productos biotecnológicos no implican un desplazamiento de ocupaciones o tareas en aquellas industrias que los desarrollan; pero sí exigen la recalificación de las personas que trabajan en esos sectores, así como también del empleo indirecto asociado a los mismos.

En las industrias de base biotecnológica buena parte de las ocupaciones se caracterizan por su alto componente cognitivo y no rutinario, como el de los profesionales de las ciencias biológicas, la medicina y la salud. Con el desarrollo de estas industrias, estas ocupaciones tenderán a aumentar. Las actividades biotecnológicas requieren otro conjunto de actividades que, si bien están basadas en habilidades cognitivas, son rutinarias, realizadas por técnicos y profesionales de nivel medio en actividades vinculadas a la medicina y la salud. Este segundo conjunto de ocupaciones vería complementada su actividad por los desarrollos biotecnológicos, pero sin desplazarlos ni incrementar su demanda. Hay sectores de actividad, como el agropecuario, que están siendo transformado por la biotecnología y en los cuales sí es mayor la incidencia actual de ocupaciones manuales con tareas rutinarias que serán menos demandadas a medida que los desarrollos biotecnológicos se difundan.

El caso específico de la biotecnología aplicada al sector farmacéutico, comprende fundamentalmente a los dos primeros conjuntos de ocupaciones, debido tanto a la estructura ocupacional del sector farmacéutico de síntesis química como a

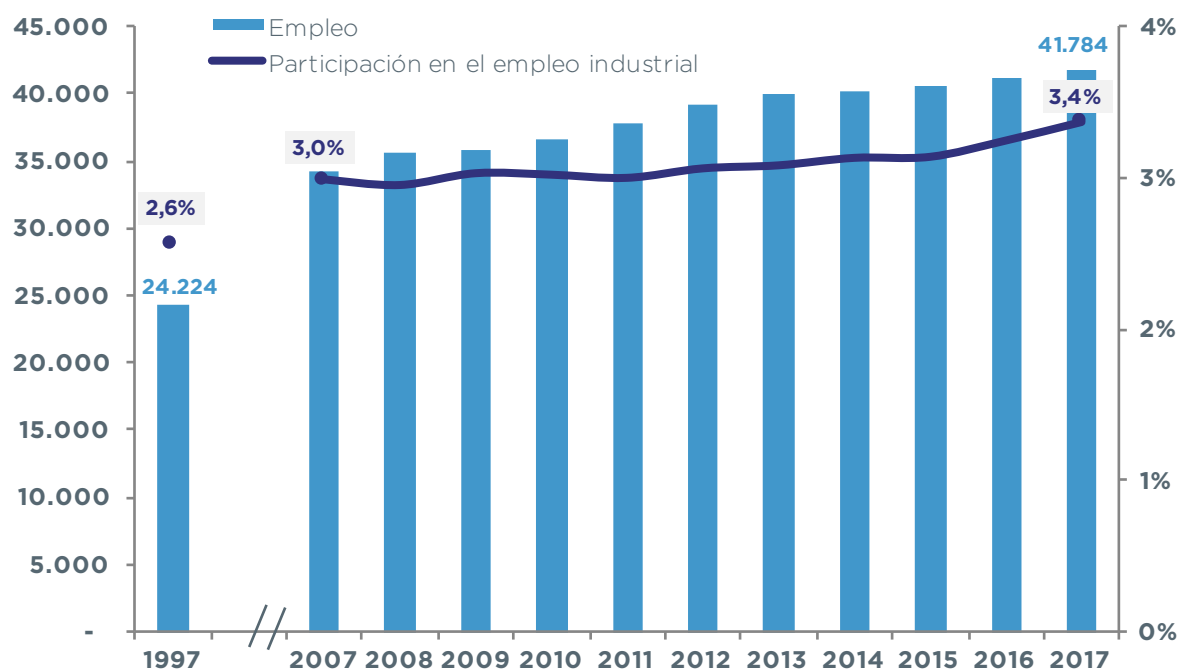
los desafíos que implica el desarrollo de biofármacos. En la próxima sección se caracteriza el empleo en la industria farmacéutica tradicional en la Argentina, y en la sección siguiente se identifican las novedades que incorpora la biotecnología en esta industria.

1. Empleo en el sector farmacéutico

Actualmente, cada laboratorio farmacéutico emplea en forma directa un promedio de 205 personas (CILFA, 2018). Las principales generadoras de puestos de trabajo del sector son las grandes empresas, que concentran el 78% del empleo total en el complejo farmacéutico, y el 73% del empleo es generado por empresas de capital nacional (Ministerio de Hacienda, 2016) 2016. A su vez, es un sector en el cual predomina una gestión profesionalizada de recursos humanos: el 67% de las empresas farmacéuticas tiene un área específica de recursos humanos, el porcentaje más alto de los sectores industriales (MinCyT y MTEySS, 2015).

El sector farmacéutico conforma el 3,4% del empleo registrado industrial. Si bien su participación no es alta, ha aumentado respecto a la década del noventa. En efecto, un aspecto a destacar es el comportamiento estable que el empleo farmacéutico ha tenido aun en períodos de crisis, tanto durante la recesión 1999-2002 como en la crisis de 2009. Durante la última década el nivel de empleo creció y lo hizo a un mayor ritmo que el promedio industrial.

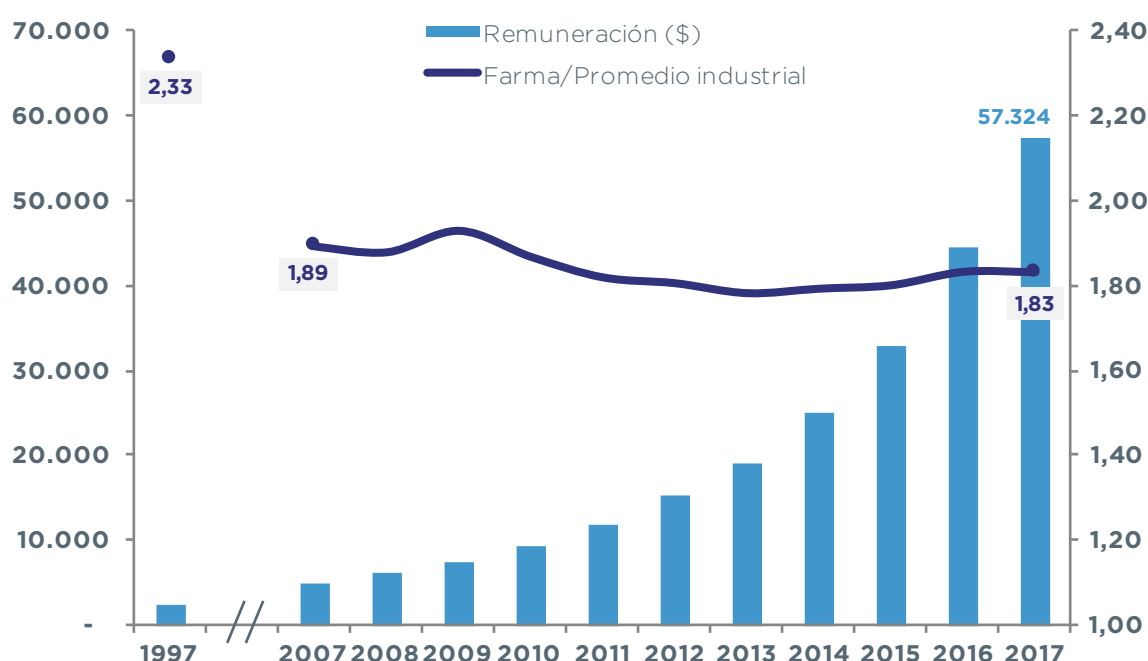
Gráfico 7. Evolución del empleo registrado en el sector farmacéutico privado. Argentina, 1996, 2006-2016



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE

Una de las principales virtudes de este sector en términos de empleo está asociada a la calidad, con bajas tasas de informalidad y altos salarios relativos. En promedio, en el período 2011-2018, la tasa de informalidad en el sector farmacéutico fue del 5,6%⁵⁶, mientras que para el conjunto de los asalariados fue del 33,8% en el mismo período. A su vez, debido a los altos estándares de calidad que impone la producción farmacéutica, esta alta tasa de formalización es común también en aquellas empresas que proveen al sector. Por su parte, los salarios del sector farmacéutico superan al promedio industrial en un 83%. Esta brecha respecto al promedio se ha reducido, debido al incremento generalizado de los salarios durante los últimos años y la reducción de la heterogeneidad, pero persiste una diferencia muy considerable.

Gráfico 8. Evolución de la remuneración promedio (\$) de los ocupados registrados en el sector farmacéutico privado y relación con la remuneración promedio industrial. Argentina, 1996, 2006-2016



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE

Una de las principales explicaciones del mayor salario relativo está asociada a la estructura de calificaciones en el sector. En la primera etapa, asociada a las tareas de I+D y desarrollo farmacéutico, el sector requiere de trabajadores con formación profesional y/o técnica. En particular, se demandan farmacéuticos, biólogos y químicos, cuya formación de grado en el sistema educativo formal se complementa con posgrados y capacitaciones específicas en los lugares de trabajo. En cambio en el proceso de producción –que incluye, por ejemplo, el envasado– no hacen falta por

⁵⁶ El dato surge del procesamiento de la base de microdatos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH). Se presenta el valor promedio ya que al definir el sector a dos dígitos para cada período el error asociado es alto.

lo general aptitudes profesionales destacadas, pero aun así predominan puestos de calificación técnica, y son escasos los puestos no calificados, vinculados solamente a tareas de servicios generales, como limpieza, mantenimiento y algunas tareas de logística.

Según ENDEI, el 35,3% de los investigadores y asistentes de la industria farmacéutica cuenta con doctorado, un porcentaje superior al promedio industrial (22,5%). A su vez, es el sector industrial con mayor participación de puestos de calificación profesional (35%) y técnico (25%), y con menor incidencia de puestos no calificados (13%).

En un estudio sobre el empleo y la innovación en el sector farmacéutico, Tumini (2012) encontró que las empresas innovadoras cuentan con un porcentaje superior de puestos de calificación profesional y técnica respecto a aquellas empresas multinacionales o nacionales que no realizan actividades de innovación localmente –aunque en todos los casos, la participación de puestos de mayor calificación es superior al promedio industrial–. La autora destaca que entre las empresas innovadoras una de las modalidades de incorporación de personal calificado es a través de la interacción con ámbitos académicos, a partir de proyectos de investigación específicos que en sus etapas maduras poseen recursos para incorporar a los planteles de las empresas. Incluso, esta forma de incorporación de personal proveniente del ámbito científico-tecnológico, se da con la creación de nuevas empresas a partir del desarrollo de nuevas áreas de negocios fomentadas por la empresa ya establecida en el sector.

Tal como hemos señalado, la innovación en el sector ha requerido incorporar calificaciones en las empresas. Otro resultado interesante que surge de la ENDEI es que en la industria farmacéutica el porcentaje de empresas que reconvirtieron el personal existente a partir de la capacitación es inferior al promedio industrial (64% vs. 69%). El 83% de las empresas farmacéuticas innovadoras debieron incorporar nuevo personal que contaba con esas calificaciones y el 47% incorporó y capacitó al personal –en ambos casos, el porcentaje de empresas es superior al promedio industrial, que es del 57% y el 45% respectivamente⁵⁷ (MinCyT y MTEySS, 2015). Este resultado expresa la relevancia que tiene para el sector contar con profesionales formados, tanto en el sistema educativo formal como a partir de la experiencia en otras empresas del sector.

A pesar de esta demanda de profesionales para el sector, tanto en las entrevistas realizadas en esta investigación como en estudios previos (Santarcángelo et al., 2016) se destaca que no hay cuellos de botella agudos o demanda de empleo insatisfecha

⁵⁷ Ante la pregunta acerca de cuáles han sido los oficios o las ocupaciones incorporadas se mencionaron ocupaciones vinculadas al área comercial/de marketing y al control de calidad. También perfiles como operarios de distintas áreas, técnicos electrónicos y profesiones específicas (biotecnólogo, bioquímico, microbiólogo).

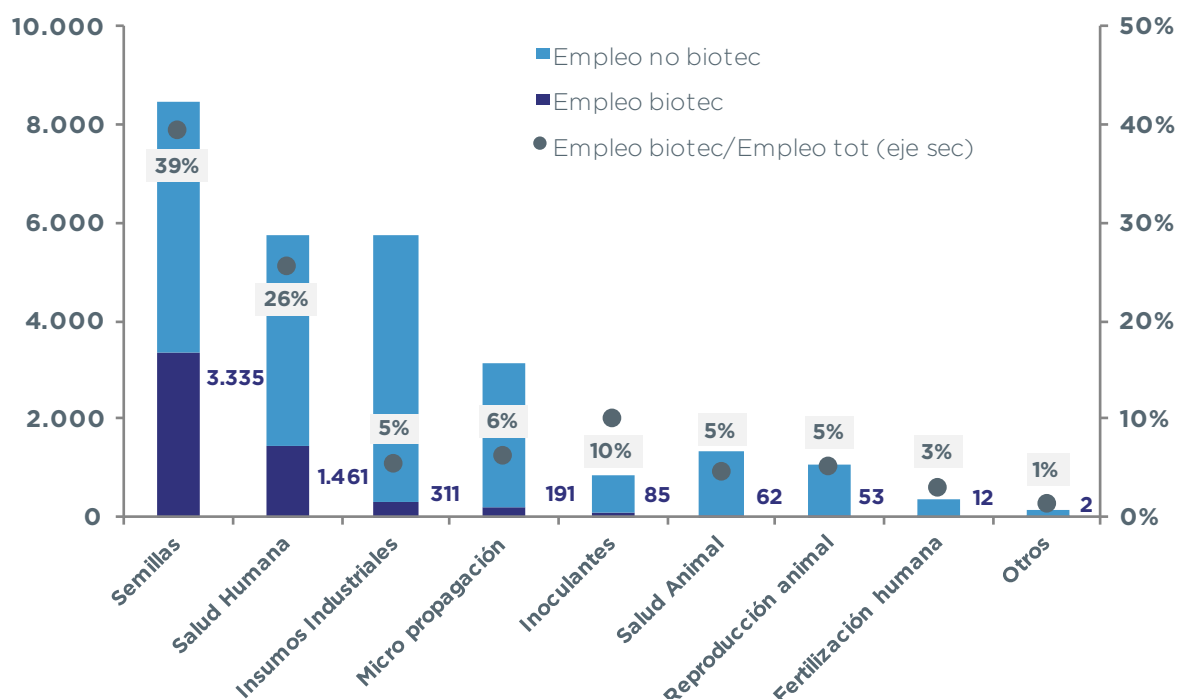
para determinadas posiciones. Por el contrario, existe cierto consenso respecto de que la Argentina cuenta con suficientes profesionales universitarios y técnicos de buen nivel de formación disponibles para afrontar el desarrollo del sector en los próximos años.

2. Empleo en el sector biofarmacéutico

La actividad biotecnológica es muy intensiva en conocimiento. El sector farmacéutico en general, y el biofarmacéutico en particular, se destacan por la alta participación de calificaciones profesionales en el empleo total y altos salarios respecto al promedio industrial. El carácter virtuoso de las condiciones de empleo del sector farmacéutico en general se replica en el biofarmacéutico, con perfiles de empleo muy similares y los mismos niveles salariales. Sin embargo, el sector tiene una capacidad limitada en la generación de empleo y el promedio de empleados por empresa, en aquellas dedicadas sólo a desarrollos biotecnológicos, es bajo, aunque con heterogeneidades según el tipo de empresa (Anlló, Bisang, & Stubrin, 2011).

El gráfico 9 permite observar la cantidad de empleo creado en empresas de base biotecnológica. Allí se observa que las empresas vinculadas a la salud humana ocupan un segundo lugar en términos de la cantidad de empleo creado, con un total de 4.270 empleos, de los cuales un 26% (1.461) están asociados directamente a actividades biotecnológicas. Tal como ya hemos señalado, buena parte de las empresas que desarrollan y/o producen biofármacos, combinan esta actividad con la farmacéutica de síntesis química y, por tanto, solo una parte de su plantel está abocado a la primera actividad.

Gráfico 9. Cantidad de ocupados totales en empresas de base biotecnológicas y cantidad de ocupados en las actividades biotecnológicas. Argentina, 2014



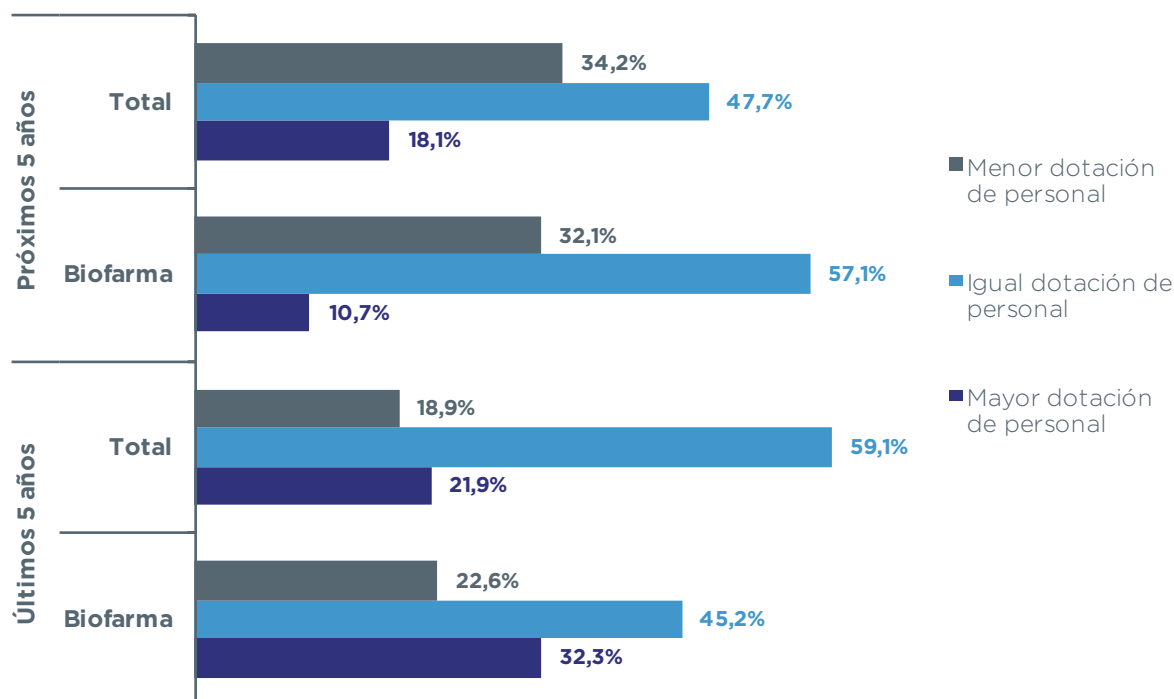
Fuente: Elaboración propia en base a Mincyt (2016)

En 2018 la Unión Industrial Argentina y el Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC) realizaron una encuesta a representantes de empresas de diferentes sectores –entre los cuales se incluyó el sector biofarmacéutico⁵⁸–, en la cual se indagaron aspectos como la penetración de las tecnologías asociadas a la Cuarta Revolución Industrial y la dinámica del empleo asociada a las mismas (automatización, procesos de recalificación, etc.). Uno de los aspectos consultado refirió a los cambios en la dotación de personal en los últimos cinco años y los cambios esperados para el próximo quinquenio.

Los resultados de la encuesta muestran que la proporción de empresas que mantuvo estable su plantel es menor en el sector biofarmacéutico respecto al promedio del universo analizado. En efecto, un 32,3% de las empresas de este sector incrementaron la cantidad de trabajadores, y un 22,6% redujeron el plantel –versus un 21,9% y 18,9% respectivamente para el total encuestado–. Para los próximos cinco años, en cambio, en este sector se prevé mayor estabilidad: un 57,1% de las empresas espera mantener la misma dotación de personal. Cabe notar aquí que sólo un 10,7% de las empresas prevé aumentar su plantel, lo cual sugiere que éste no será un sector particularmente dinámico en la creación de empleo en los próximos años.

⁵⁸ La muestra comprende 262 empresas dedicadas a diferentes actividades: producción de alimentos procesados, siderurgia y metalmecánica, industria automotriz, sector textil, fabricación de maquinaria agrícola, industria biofarmacéutica y otras. De este total, 26 empresas corresponden al sector biofarmacéutico.

Gráfico 10. Porcentaje de empresas que redujeron/mantuvieron/aumentaron la dotación de personal en los últimos cinco años y expectativas para el próximo quinquenio. Argentina, 2018



Fuente: Elaboración propia en base a UIA-CIPPEC (2018)

Más allá de la variación total del empleo, los resultados más interesantes son aquellos referidos a las áreas en las cuales se prevé aumentar/reducir planteles. Las áreas en las cuales una proporción más alta de empresas declaró haber incrementado la dotación de personal en los últimos cinco años fueron las de tareas de mantenimiento (17,2%), desarrollo de productos, innovación e I+D (31,0%). En ambos casos, la proporción de empresas que incrementó la dotación de personal en esas actividades fue mayor al promedio de la muestra (11,7% y 19,5% respectivamente). Por su parte, las áreas en las cuales más empresas declaran haber reducido personal han sido las de gestión de recursos humanos (19,4%), *marketing*, investigación de mercados (16,7%) y atención al cliente (16,1%) –una tendencia diferente al promedio, donde la mayor proporción de empresas declara haber reducido personal en áreas de gestión de *stock* y de logística.

A futuro, los rubros en los que una proporción mayor de las empresas espera incrementar su dotación de personal son: desarrollo de productos, innovación, I+D (25,8%), *marketing*, investigación de mercados (25,8%) y gestión y aseguramiento de la calidad (19,4%) –similar a lo que ocurre en promedio–. Los rubros en los que, en cambio, una mayor cantidad de empresas espera una caída del empleo son aquellos vinculados a la gestión de *stock* (31,0%), mantenimiento (22,6%); la atención al cliente (19,4%) y la relación con proveedores (19,4%) –también similar al promedio, aunque en ese caso la proporción de empresas que prevé una reducción es mayor

para todas estas áreas.

Cabe aclarar que la encuesta no indaga específicamente en las tareas de producción directa, y por tanto a partir de la misma no es posible conocer cuál ha sido el comportamiento pasado ni las expectativas futuras en las actividades vinculadas directamente con el proceso productivo principal. Al consultar sobre este aspecto en las entrevistas realizadas para este informe, los entrevistados coinciden en que se espera que los planteles de producción se mantengan estables. Si bien hay ciertas áreas en las cuales la incorporación de tecnología tiende a desplazar trabajadores, en particular en las actividades de lavado de reactores, esterilización y empaque, esta tendencia es moderada y en las empresas relevadas la expectativa es que esta incorporación permita aumentar la escala de producción, pero no reducir los planteles.

Un aspecto que las personas entrevistadas han destacado es que la rigurosidad de los controles necesarios en cada etapa del proceso productivo, así como también el carácter aun “artesanal” de ciertos procesos –que no son realizados aun a gran escala–, explican que en esta industria la incorporación de procesos automatizados no reemplace el trabajo humano, sino que lo complementa. Incluso en una de las empresas relevadas, que cuenta con una tecnología de punta para evitar el procedimiento de lavado y esterilizado de reactores, y que realiza los cultivos en material descartable (bioreactores), destacaron que la dotación de personal no es inferior a la óptima cuando aquellos tareas sí se realizan. Las ventajas de estas tecnologías no consisten en reducir el trabajo humano necesario sino en garantizar que no haya contaminación cruzada y eliminar los tiempos muertos entre un cultivo y otro, aumentando la productividad de la planta.

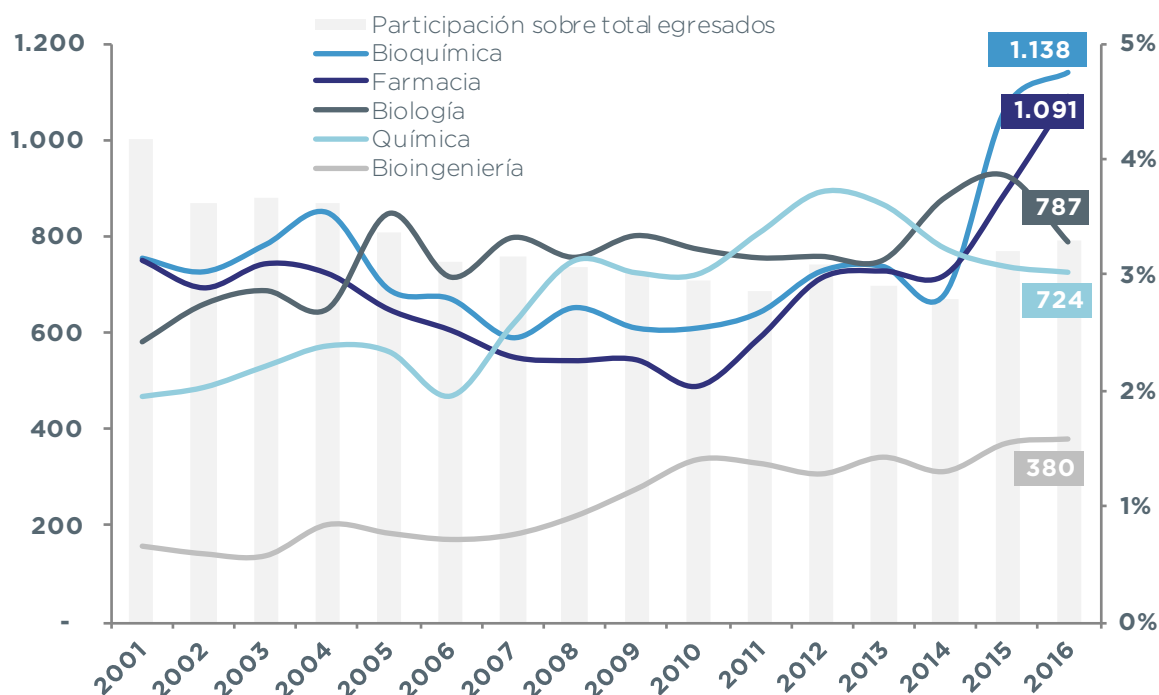
A partir de las entrevistas realizadas fue posible diferenciar dos conjuntos de perfiles de trabajadores del sector. Por un lado, los perfiles técnicos, que se ocupan fundamentalmente en áreas de producción y mantenimiento, y cuya calificación no está asociada a credenciales formales específicas, si bien suelen contratarse trabajadores que han realizado tecnicaturas o incluso carreras profesionales. En estos perfiles la experiencia previa en el sector farmacéutico en general resulta de suma utilidad, y la formación se realiza fundamentalmente en planta. Se ha resaltado la necesidad de contar con tecnicaturas/cursos cortos específicos para ciertas posiciones, que actualmente no se imparten.

Por otro lado, buena parte de las posiciones en esta industria son ocupadas por trabajadores con perfiles profesionales. En este sentido, se ha destacado la sólida formación académica del sector, en donde incluso algunas empresas entrevistadas recurren a convenios con universidades y programas de pasantías para incorporar personal. Como hemos mencionado, la existencia de un sistema científico-

académico prestigioso y de larga trayectoria ha sido uno de los factores clave para el surgimiento temprano de empresas de base biotecnológicas, y en particular de la biofarma. Tal como se ha descripto para el sector farmacéutico en general, aquí resultan clave algunas disciplinas: biología, química, bioquímica y farmacia. Los entrevistados han destacado, por un lado, que el nivel de conocimientos adquiridos en las universidades es muy bueno, y, por otro lado, que la difusión de estas carreras y la cantidad de egresados es tal que no suelen experimentar dificultades para contratar personal idóneo. En todo caso, las dificultades para cubrir posiciones con estos perfiles están asociadas, por un lado, a las habilidades blandas (capacidad de liderazgo, comunicación, etc.), y, por otro lado, a la falta de especialización industrial de las carreras de grado, ya que los egresados que no han tenido experiencia en el sector no tienen manejo de cuestiones regulatorias o procedimientos industriales. Esto último recae en las instancias de formación en el trabajo, pero es posible mejorar esa articulación con la formación universitaria.

El crecimiento anual de la cantidad de egresados en 2001-2016 en estas carreras fue inferior al crecimiento del total de egresados (4,4%), excepto en el caso de bioingeniería, que experimentó un incremento anual acumulativo del 6,1%. Una expresión de la creciente importancia de la biotecnología ha sido la creación de las Licenciaturas en Biotecnología en diferentes universidades nacionales. Esta carrera, que actualmente tiene una duración promedio de 4-5 años, se dicta en la Universidad Nacional de Tucumán, Universidad Nacional del Litoral, Universidad Nacional de Rosario, Universidad Nacional de Quilmes, Universidad Nacional de San Martín y Universidad Nacional de Moreno, además de en algunas instituciones privadas, como el Instituto Tecnológico Buenos Aires y la Universidad Argentina de la Empresa.

Gráfico 11. Evolución de la cantidad de egresados de las principales carreras de pregrado y grado requeridas en la industria farmacéutica y participación sobre el total de egresados. 2001-2016



Fuente: Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación (SPU)

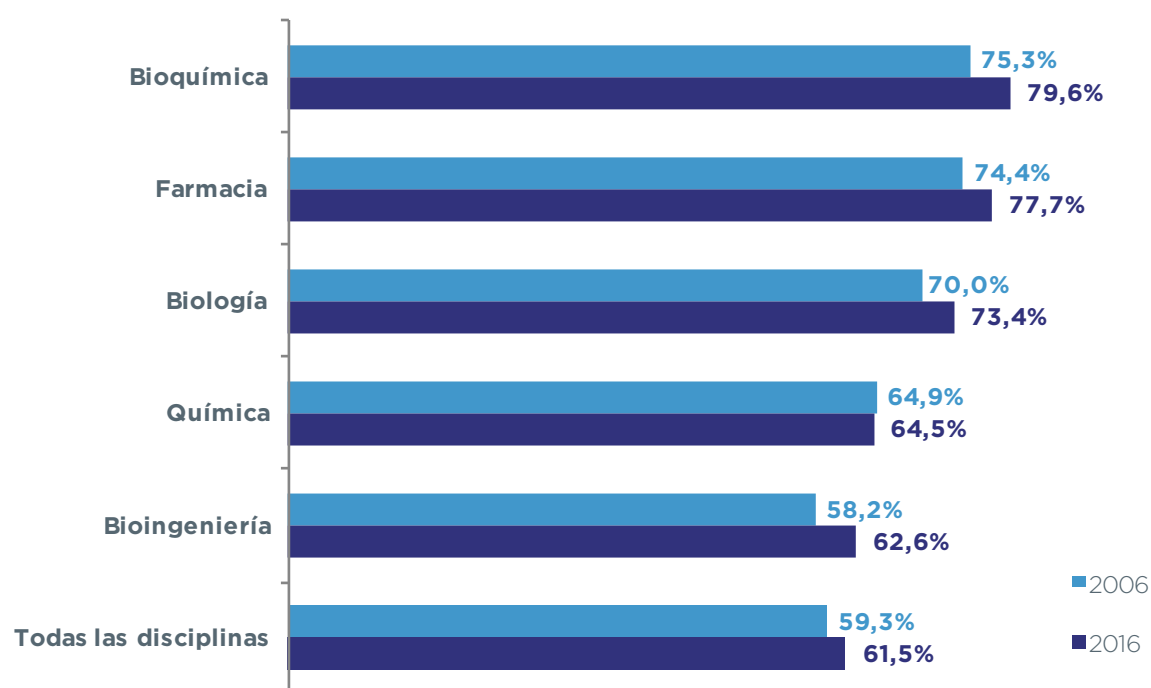
La cantidad de graduados y el consenso que se evidenció en las entrevistas realizadas respecto a la buena formación de los profesionales de estas disciplinas se refuerza, además, por el buen desempeño en el ámbito académico. En un estudio sobre el impacto de la producción científica argentina en los indicadores de citación, se destaca que la categoría con mayor cantidad de autores citados es Ciencias de la vida, que incluye disciplinas como Bioquímica, Biología celular, Genética, Farmacología y Farmacia, entre otras (MinCyT, 2014). Estas son las disciplinas con mayor producción en los indicadores de citación (por ejemplo, el Science Citation Index), donde a su vez Argentina ha subido posiciones entre 2010 y 2015. En particular, la producción científica argentina sobre biotecnología tiene una participación en las citaciones del país del 4,5% (MinCyT, 2017).

Un aspecto que ha sido destacado en las entrevistas realizadas es que, en la mayoría de las ocupaciones del sector⁵⁹, no hay un sesgo de género definido, sino que la participación de varones y mujeres se encuentra balanceada –tanto a nivel horizontal, entre ocupaciones, como a nivel vertical, en puestos jerárquicos–. En efecto, las carreras profesionales asociadas a esta industria tienen en general una participación relativa de las mujeres superior a otras carreras. El gráfico 12 muestra

⁵⁹ El único sesgo mencionado por los entrevistados refiere a aquellas actividades con más carga física, en ciertas tareas de mantenimiento y/o logística, en las que predominan los varones; y las tareas de control de calidad, donde en general predominan las mujeres.

la participación de las mujeres en el total de egresados de estas carreras en 2006 y 2016, y el promedio para el conjunto de disciplinas de grado. Allí se observa que, especialmente en el caso de bioquímica, farmacia y biología, son carreras con alta participación de mujeres. Incluso en la carrera de bioingeniería, que en 2006 tenía un porcentaje de mujeres egresadas levemente inferior al total, en 2016 se encuentra 1 pp. por arriba.

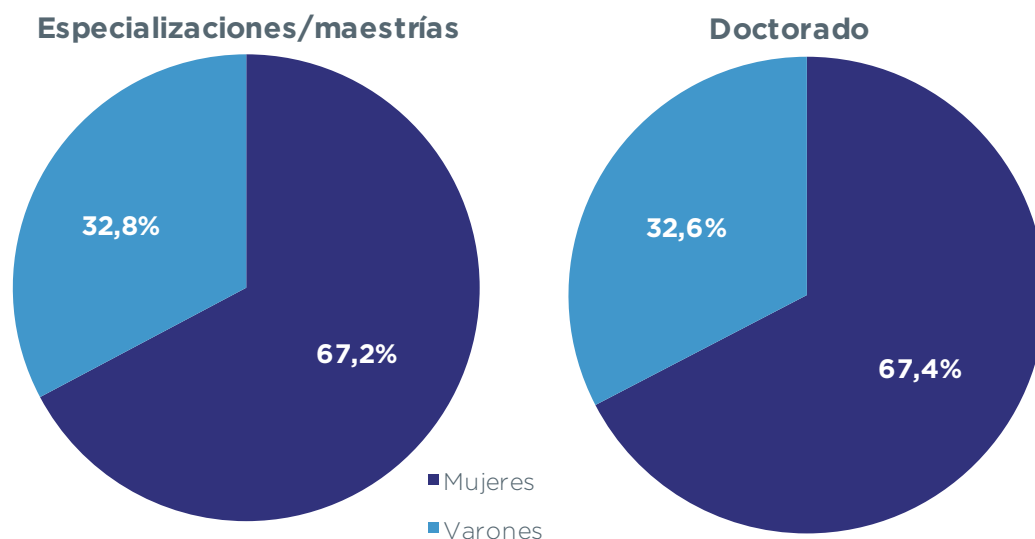
Gráfico 12. Porcentaje de mujeres en el total de egresados de las principales carreras de pregrado y grado requeridas en la industria farmacéutica. 2006 y 2016



Fuente: Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación (SPU)

Estos resultados no se observan solo en las carreras de grado, sino que se replican en las carreras de posgrado (gráfico 13). En particular en las áreas de I+D las empresas del sector cuentan con personal con estudios de posgrado completos. En 2016 el 67,2% de las personas que completaron especializaciones y maestrías vinculadas a las principales carreras requeridas en la industria fueron mujeres, mientras que la participación de las mujeres en el total de egresados de especialización/maestría es 54,4%. En el caso de los doctorados vinculados a estas carreras, el 67,4% de los egresados fueron mujeres –y la participación de las mujeres en el total de egresados de doctorado fue 56,2%.

Gráfico 13. Distribución por género de egresados de las principales carreras de posgrado requeridas en la industria farmacéutica⁶⁰ (2016)



Fuente: Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación (SPU)

Como hemos señalado, la formación de posgrado es clave para las áreas de I+D y desarrollo biofarmacéutico. Entre 2001 y 2016 la cantidad de egresados de carreras de especialización y maestría asociados a biología, química, bioquímica, bioingeniería, farmacia y genética creció a una tasa anual acumulativa de 8,1%; mientras que en doctorados el crecimiento fue aún más pronunciado (14,4% anual).

Según la encuesta sobre industria 4.0 y el futuro del trabajo (UIA y CIPPEC), la cantidad de trabajadoras/es con títulos académicos en ciencias exactas y naturales, tecnología, ingeniería y matemáticas en las empresas del sector biofarmacéutico es superior al promedio en el conjunto de sectores analizados en la encuesta (12 vs. 9). Pero además es preciso notar que esa diferencia se amplía aún más en el caso de las mujeres: la media del sector biofarmacéutica es de 30 mujeres con títulos, mientras que en el total de la muestra es de 9 por empresa.

Más allá de estas buenas perspectivas en la formación profesional, tanto de grado como de posgrado, una necesidad planteada en las entrevistas a representantes del sector se refiere a contar con niveles intermedios de asistentes formados para aspectos operativos. Si bien parte de la formación se realiza *in situ*, es deseable que, sin necesidad de alcanzar la profundidad de los conocimientos de profesionales de grado universitario, estos trabajadores cuenten con una mejor base generalista en principios de la biología y la química. En este sentido, también se ha destacado la necesidad de fomentar las disciplinas biológicas desde el nivel de educación media.

⁶⁰ Para la construcción de los gráficos se consideraron: especialización, Maestría y Doctorado en Biología, Bioquímica, Farmacia y Química; Especialización y Maestría en Bioingeniería y Genética.

Sección IV.

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

El desarrollo temprano de la biofarmacéutica en la Argentina permite ilustrar un caso virtuoso cuyos pilares han sido la formación de recursos humanos locales asociada a prestigiosos institutos y universidades y la existencia de un entramado empresarial local dinámico. El vínculo entre la academia y el sector privado no siempre resulta sencillo, pero en las industrias de base tecnológica es imprescindible y, de hecho, explica su desarrollo. Los entrevistados han señalado que la burocracia y la falta de agilidad para aprobar convenios o licencias dificultan este vínculo, pero reconocen como un aspecto positivo que hay instrumentos específicos que buscan propiciarlo –y en general, todos los han utilizado–. Mejorar esta vinculación requiere también sincronizar tiempos que suelen ser distintos: por un lado, los investigadores no están formados para ese vínculo y la forma en que son evaluados no lo propician; por otro lado, quienes se desempeñan en ámbitos productivos suelen estar inmersos en los problemas de corto plazo y no siempre tienen la visión de largo plazo para propiciar esas articulaciones. Al repasar la trayectoria de las empresas entrevistadas, que han logrado desarrollar y producir biofármacos, surgen contraejemplos de ambas situaciones: investigadores que buscaron dar un uso industrial a sus trabajos, y empresarios que apostaron a equipos de investigación con una mirada de largo plazo.

A partir de las entrevistas realizadas surgen un conjunto de dificultades y necesidades que enfrenta el sector para avanzar en este sendero de desarrollo de la biofármacos en la Argentina. En primer lugar, la falta de acceso al financiamiento de largo plazo del sistema financiero institucional, especialmente para las PyME. Este acceso debe ser consistente con los plazos de maduración de los proyectos biotecnológicos.

Los principales programas de financiamiento de largo plazo que han existido en la Argentina han sido el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) y el Programa del Bicentenario, que han sido utilizados y son muy valorados por las empresas del sector. Por tanto, la continuidad de ese tipo de programas es clave para acompañar el desarrollo del sector, así como también lo es la disponibilidad de capital de riesgo para *starters* biotecnológicos.

En segundo lugar, si bien todos los entrevistados coinciden en una buena valoración de la ANMAT, principal autoridad regulatoria, resaltan que es preciso dotarla de recursos que permitan evitar los cuellos de botella, reducir los plazos de aprobación y avanzar en la estandarización a nivel regional y el mutuo reconocimiento de las autoridades regulatorias de los países de la región. Este último punto es crucial para las estrategias exportadoras de las empresas locales.

En tercer lugar, es preciso contar con instrumentos de apoyo específicos para el sector. Si bien en 2007 se aprobó una ley de biotecnología, la reglamentación de la misma ocurrió recién en 2017, por lo que los instrumentos que la misma ofrece prácticamente aún no han sido utilizados por las empresas. Este sector ha sido incluido en el proyecto de Ley de Promoción de la Industria del Conocimiento, y se espera que la aprobación de esta ley ofrezca un abanico de instrumentos de apoyo útiles para el crecimiento de la industria.

Más allá de la necesidad de profundizar las políticas públicas específicas para el sector, el futuro entraña importantes desafíos, en un mundo en el cual las barreras regulatorias se intensifican y la ralentización del crecimiento propicia conductas defensivas por parte de las empresas líderes de los países con mayor desarrollo.

La mayoría de las empresas entrevistadas está trabajando para expandir su *portfolio* de productos y alcanzar nuevos mercados. En este sector el tiempo de entrada al mercado resulta crucial, y con el desarrollo de los biosimilares a nivel mundial se torna aún más crítico: se requieren inversiones cada vez más altas, con mayor tecnología y mayores requerimientos de capital; y es clave salir al mercado inmediatamente después que cae la patente del biofármaco original. De allí que agilizar los procesos burocráticos a nivel nacional y regional se torna clave.

Si bien este sector actualmente utiliza insumos y maquinarias importadas, hay un potencial importante de sustitución de importaciones, que permitiría traccionar otros sectores. Los altos estándares de calidad propios del tipo de productivo y el entorno regulatorio se trasladan a los insumos y proveedores de esta industria, por tanto, tal sustitución requeriría políticas de desarrollo de proveedores, que aseguren la calidad y confiabilidad de los mismos.

La Argentina cuenta con profesionales muy bien formados para desempeñarse

en este sector, e incluso la oferta educativa ha acompañado el desarrollo de la biotecnología con la creación de carreras de grado y posgrado específicas. Sin embargo, las tendencias actuales sugieren que la biotecnología se difundirá aún más, como una tecnología transversal a distintas industrias. En este sentido, resulta crítico entonces fomentar las disciplinas biológicas desde la escuela secundaria, así como también crear títulos intermedios de tipo técnico. Tal como sugiere el sector biofarmacéutico, la articulación de un entramado productivo dinámico, recursos humanos calificados y un sistema científico de excelencia redundan en empleos de calidad para sus trabajadores.



BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

Anlló, G., Añon, M. C., Bassó, S., Bellinzoni, R., Bisang, R., Cardillo, S., Regunaga, M. (2016). *Biotecnología argentina al año 2030: llave estratégica para un modelo de desarrollo tecno-productivo*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Anlló, G., Bisang, R., y Stubrin, L. (2011). *Las empresas de biotecnología en Argentina* (Documento de trabajo). Santiago de Chile: CEPAL.

Cámara Industrial de Laboratorios Farmacéuticos Argentinos. (2018). *La industria farmacéutica argentina: su carácter estratégico y perspectivas*. Buenos Aires: CILFA. Recuperado de <http://cilfa.com.ar/wp1/wp-content/uploads/2018/10/Presentaci%C3%B3n-institucional-CILFA-2018-VF-ns.pdf>

Gilsing, V., y Nooteboom, B. (2006). Exploration and exploitation in innovation systems: The case of pharmaceutical biotechnology. *Research Policy*, (35), 1-23.

Gutman, G., y Lavarello, P. (2011). Formas de organización de las empresas biotecnológicas en el sector farmacéutico argentino. *Desarrollo Económico*, 51(201), 81-105.

Gutman, G., y Lavarello, P. (2018). La emergencia de la industria biofarmacéutica argentina: política industrial y marco regulatorio durante los 2000. En P. Lavarello, G. Gutman, y S. Sztulwark, *Explorando el camino de la imitación creativa: la industria biofarmacéutica argentina en los 2000* (pp. 97-124). Buenos Aires: CEUR-CONICET.

Jungmittag, A., Reger, G., & Reiss, T. (2000). *Changing Innovation in the Pharmaceutical Industry, Globalisation and New Ways of Drug Development*. Berlin: Springer.

Lavarello, P. (2018). Financierización, promesas (latentes) de la biotecnología y nuevas barreras a la entrada: Algunas lecciones para los países semi-industrializados. *Revista Estado y Políticas Públicas*, (10), 61-79.

Lavarello, P., y Gutman, G. (2018). Estrategias imitativas y trayectorias heterogéneas de aprendizaje en la industria biofarmacéutica argentina: estudios de caso. En P. Lavarello, G. Gutman, y S. Sztulwark, *Explorando el camino de la imitación creativa: la industria biofarmacéutica argentina en los 2000* (pp. 165-182). Buenos Aires: CEUR-CONICET.

Lavarello, P., Gutman, G., Díaz, A., Mancini, M., Minervini, M., y de Vita, M. (2018). Capacidades biotecnológicas y estrategias de las firmas: resultados de la encuesta a las empresas biofarmacéuticas argentinas. En P. Lavarello, G. Gutman, y S. Sztulwark, *Explorando el camino de la imitación creativa: la industria biofarmacéutica argentina en los 2000* (pp. 125-164). Buenos Aires: CEUR-CONICET.

Lavarello, P., Gutman, G., y Sztulwark, S. (Eds.). (2018). *Explorando el camino de la imitación creativa: La industria biofarmacéutica argentina en los 2000*. Buenos Aires: Libropunto.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. (2014). *Productividad de los investigadores argentinos en el Science Citation Index en el período 2008-2011* (Informes de trabajo). Buenos Aires: Mincyt.

Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2016). *Las empresas de biotecnología en Argentina* (Documento de trabajo). Buenos Aires.

Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2017). *Indicadores de Ciencia y Tecnología. Argentina 2015*. Buenos Aires: Mincyt.

Ministerio de Ciencia y Tecnología, & Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. (2015). *Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación. Principales resultados 2010-2012*. Buenos Aires.

Ministerio de Hacienda. (2016). *Salud, farmacia y equipamiento médico* (Informes de cadenas de valor N.º 21). Buenos Aires: Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. Recuperado de https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/2017/SSPE_Cadena_de_Valor_Salud.pdf

Mowery, D., Nelson, R., Sampat, B., & Ziedonis, A. (1999). The effects of the Bayh-Dole Act on US university research and technology transfer: An analysis of data from Columbia University, the University of California, and Stanford University. *Research Policy*, (29), 729-740.

Munos, B. (2006). Can open-source R&D reinvigorate drug research? *Nature Reviews Drug Discovery*, 5(9), 723-729.

McKelvey, M., & Orsenigo, L. (2006). *The economics of biotechnology*. Londres: Edward Elgar Publishing Limited.

Novick, M., Rojo Brizuela, S., Rotondo, S., y Yoguel, G. (2010). La compleja relación entre innovación y empleo. *Trabajo, ocupación y empleo*, (9), 37-60.

Pereira, M., & Tacsir, E. (2017). Generación de empleo e innovación en la Argentina: un abordaje microeconómico para el período 2010-2012. En Comisión Económica para América Latina y el Caribe, *La Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI) como herramienta de análisis* (pp. 171-183). Santiago de Chile: CEPAL.

Pisano, G. (2006). *Science Business. The promise, the reality and the future of biotech*. Boston: Harvard University Press.

Santarcángelo, J., Kalos, M., y Marí, M. (2016). *Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales: Complejo farmacéutico*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Tumini, L. (2012). *El empleo de calidad en el sector farmacéutico argentino y su vínculo con la innovación y el comercio exterior*. (Serie Estudios Trabajo, Ocupación y Empleo No. 11) (pp. 143-168). Buenos Aires: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social.



Anexo 1 Listado de personas entrevistadas

Nombre Apellido	Empresa	Cargo	Fecha
Valentina Carricarte	Gador	Gerente de Biotecnología	Diciembre 2018
Juan Carlos Bidegaray	Biosidus	Director de Desarrollo Institucional	Enero 2019
Leonardo Fernández	Bioprofarma Bagó	Gerente general	Enero 2019
Guillermo Battola	Biosidus	Gerente de Recursos Humanos	Enero 2019
Mariana Papouchado	Biosidus	Gerente de Biotecnología	Enero 2019
Nestor Annibali	Denver Farma	Gerente de Biotecnología	Febrero 2019
Graciela Ciccía	Grupo Insud - Chem	Directora de Innovación y Desarrollo Tecnológico	Febrero 2019
Ignacio Demarco	Grupo Insud - Chem	Gerente de I+D	Febrero 2019
Lucas Filgueira Risso	Mabxience	Director de Planificación	Febrero 2019
Fernando Lobos	Sinergium	Director Desarrollo de Negocios	Febrero 2019

Anexo 2 Guión de entrevista

1. Datos básicos de la empresa y el/la entrevistada/o

- Nombre entrevistada/o:
- Cargo:
- Mail/teléfono de contacto:
- Nombre empresa:
- Actividad principal:
- Principales productos:
- Métodos biotecnológicos:
- Año de inicio de actividades:
- Año de inicio de actividades en biotecnología:
- Participación de los productos biotecnológicos en las ventas totales:
- Patentes solicitadas: ¿Con qué alcance? (Argentina, Brasil, EEUU, Europa, otras regiones)
- Patentes obtenidas: ¿Con qué alcance? (Argentina, Brasil, EEUU, Europa, otras regiones)
- Cantidad de trabajadoras/es:
- La empresa es: Independiente / Parte de un grupo empresario

- Tiene participación de capitales extranjeros?%

2. Caracterización del sector biofarmacéutico en Argentina y evolución reciente

- ¿Podría diferenciar grupos / conjuntos / tipos de empresas en el sector (intentar resumir la heterogeneidad del sector)? ¿Cuáles son las diferencias respecto a las empresas que sólo realizan productos farmacéuticos de síntesis química? ¿Cuáles son las diferencias respecto a otras empresas del sector biotecnológico?
- ¿Que define la productividad en el sector biotecnológico en general/ biofarmacéutico en particular?
- ¿Cuáles son los principales componentes del costo del sector? (costo laboral, insumos, energía, etc.)
- ¿Con qué sectores se vincula aguas abajo/aguas arriba en la cadena de valor?
- ¿De qué modo la incorporación de productos biofarmacéuticos cambia los procesos productivos de otras actividades?
- ¿Puede detectar “cuellos de botellas” en la provisión de insumos; disponibilidad de maquinarias; oportunidades de financiamiento; acceso a mercados; cuestiones logísticas?
- ¿Cómo afecta la competencia internacional al sector?
- ¿Qué diferencias hay entre el “paradigma de investigación” en bio respecto a la investigación farmacéutica de síntesis química?
- ¿Qué diferencias hay entre el proceso de producción en bio respecto a la investigación farmacéutica de síntesis química?
- ¿Qué factores explican el crecimiento del sector en la última década?

3. Vínculo con las instituciones públicas y evolución políticas específicas para el sector

- ¿Cuáles son las principales políticas públicas que apoyan al sector? ¿Cómo evalúa la política pública en relación al sector? ¿Considera que la ley 26.270 provee un marco adecuado para impulsar la actividad?
- ¿Cuál sería a su juicio una vacancia en políticas públicas para el sector?
- ¿Cuáles son los principales interlocutores para plantear las necesidades del sector?
- ¿Han trabajado en forma articulada con el Estado en la formulación de políticas para el sector?
- ¿Con qué organizaciones públicas y privadas han establecido convenios de

colaboración/cooperación para desarrollar actividades de I+D?

- ¿Cómo evalúa el rol de...
- la Agencia Ciencia y Tecnología (a través de sus programas de financiamiento, como FONCyT, FONTAR, FONARSEC)?
- el Conicet (a través de institutos específicos (NGEBI, IDEHU, IBR, CEFyBO, Instituto Leloir, IIBBA, IbioBA)?
- universidades nacionales?
- ex-Ministerio de Salud (NLIS, Instituto Malbrán, laboratorios públicos, ANMAT-INAME)?
- ¿Identifica problemas en la vinculación con estas instituciones?

4. Caracterización del perfil de empleo del sector

- ¿Cuáles son las calificaciones requeridas en la etapa de I+D y en la etapa de producción?
- ¿Cuál es el rol de la formación académica y de la formación en el trabajo para adquirir las competencias necesarias?
- ¿Puede identificar diferentes perfiles de trabajadoras/es en el sector, según el área de trabajo y/o el tipo de empresa? (según formación, experiencia, trayectoria laboral previa, antigüedad, género, edad)
- ¿Es habitual la alta rotación de trabajadoras/es entre empresas? ¿Cuál es la antigüedad promedio?
- ¿Identifica en el sector puestos más feminizados/masculinizados? ¿La empresa desarrolla políticas de conciliación trabajo-familia?
- La incorporación de productos biotecnológicos en otras actividades, ¿modifica el perfil de las/os trabajadoras/es implicados en esas actividades?

5. Oportunidades y desafíos a futuro

- ¿Qué nuevas oportunidades de inversión/de negocios han surgido en los últimos años en el sector?
- ¿Qué oportunidades/riesgos surgen del contexto internacional y las políticas comerciales?
- ¿Cuáles son actualmente los principales problemas del sector?
- ¿Cuáles son los principales desafíos en materia de creación de empleo y calificación de las/os trabajadoras/es del sector?

Autores del libro

Haroldo Montagu · Capítulo 1

Licenciado en Economía (UBA). Magister en Estudios del Desarrollo (especialización en Economía del Desarrollo) por el Institute of Social Studies (Universidad Erasmus de Rotterdam).

Desde diciembre de 2019 asumió como Secretario de Política Económica del Ministerio de Economía, donde antes había ejercido varios cargos, entre ellos Director Nacional de Política Macroeconómica y Director Nacional de Estrategias de Desarrollo.

Fue investigador de la Fundación Bariloche en temas relacionados al planeamiento económico.

Ejerció la docencia en la Universidad de Buenos Aires y en la Universidad Nacional de Moreno. En 2019 asumió la posición de Oficial de Asuntos Económicos en la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) en su sede central de Santiago de Chile.

Tomás Canosa · Capítulo 2

Lic. en Economía (UBA) y Magister en Economía Internacional y Desarrollo Económico (HTW-Berlin). Director de Estudios Económicos de la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA). Docente de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES). Trabajó en la Unión Industria Argentina como jefe del Departamento PyMI hasta septiembre de 2019.

Mariana Fernández Massi · Capítulo 3

Licenciada en Economía (UNS), Magister en Ciencias Sociales del Trabajo (UBA) y Doctora en Ciencias Sociales (UBA). Docente de grado (UNM) y posgrado (UBA). Especialista en economía laboral. Ha participado de proyectos de investigación locales e internacionales y publicado en diferentes revistas académicas.

Coordinadores del libro

Pablo Dragún. Licenciado en Economía (UBA). Es Director del Centro de Estudios de la UIA, así como Director de Relaciones Internacionales de la institución. Desde julio de 2018 es miembro del Consejo de Administración de la Organización Internacional del Trabajo por el sector empleador argentino. Ha coordinado diversos estudios de investigación en materia de desarrollo económico y productivo.

Fernando García Díaz. Licenciado en Economía (UBA). Es Director Financiero del Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE). Fue Gerente de Investigación Económica en Accenture, Jefe de Investigación del Centro de Estudios de la UIA y Subsecretario de Coordinación del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Ha coordinado numerosos estudios de investigación en materia de desarrollo económico y productivo.

Christoph Ernst. Christoph Ernst tiene un Máster en Economía Internacional y Economía del Desarrollo, y un Ph.D. en Economía, todos por la Universidad de París I Panthéon-Sorbonne. Es Especialista Senior en Empleo y Desarrollo Productivo en la OIT Argentina. Previamente trabajó en la OIT como Economista Senior en la sede en Ginebra y como Especialista de Empleo en la OIT Chile. Antes de incorporarse a la OIT en 2001, trabajó para otras agencias de Naciones Unidas en temas de política industrial, desarrollo local, derechos sociales y económicos y cuestiones ambientales en Asia y América Latina.

