

TRANSITANDO EL CAMINO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL: LECCIONES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ARGENTINA

Autores: Andrés Martín Civetta / Lucía Mercedes Mauro / Franco Manzo

Fuente: Revista de Economía Política de Buenos Aires, Vol. 27, Año 17, (Junio-Noviembre 2023), p. 105-142.

Publicado por: Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires.

RESUMEN

La industria automotriz es a nivel global uno de los sectores con mayor adopción de tecnologías 4.0. Nos proponemos comprender el alcance y las características del proceso de transformación digital en la industria automotriz argentina, con énfasis en el segmento autopartista. Utilizamos un abordaje metodológico cualitativo. Los principales resultados indican que la utilización de tecnologías digitales es una condición necesaria para participar de la cadena de valor automotriz; no obstante, existen heterogeneidades en cuanto a su adopción entre firmas. Se destaca el rol clave de las políticas sectoriales en este proceso y el artículo busca también hacer un aporte en dicha línea.

Palabras clave: Industria automotriz, Transformación digital, Industria 4.0, Argentina, Política pública.

Civetta, A., Mauro, L., & Manzo, F. (2023). TRANSITANDO EL CAMINO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL: LECCIONES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ARGENTINA. Revista de Economía Política de Buenos Aires, (27).

Recuperado a partir de: <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/REPBA/article/view/2853>



La revista opera bajo licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas CC BY-NC-ND (CC BY-NC-ND 4.0). Es una publicación gratuita sostenida por la Facultad de Ciencias Económicas y el Instituto Interdisciplinario de Economía Política de la Universidad de Buenos Aires que protege los derechos intelectuales de sus miembros.

TRANSITANDO EL CAMINO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL: LECCIONES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ARGENTINA¹

TOWARDS DIGITAL TRANSFORMATION: LESSONS FROM AUTOMOTIVE INDUSTRY IN ARGENTINA

Recibido 2/3/2023. Aceptado 8/11/2023.

Andrés Martín Civetta* / Lucía Mercedes Mauro* / Franco Manzo*

<https://orcid.org/0009-0009-2260-1863> <https://orcid.org/0000-0001-7554-8845> <https://orcid.org/0009-0000-7430-8882>

RESUMEN

La industria automotriz es a nivel global uno de los sectores con mayor adopción de tecnologías 4.0. Nos proponemos comprender el alcance y las características del proceso de transformación digital en la industria automotriz argentina, con énfasis en el segmento autopartista. Utilizamos un abordaje metodológico cualitativo. Los principales resultados indican que la utilización de tecnologías digitales es una condición necesaria para participar de la cadena de valor automotriz; no obstante, existen heterogeneidades en cuanto a su adopción entre firmas. Se destaca el rol clave de las políticas sectoriales en este proceso y el artículo busca también hacer un aporte en dicha línea.

Palabras clave: Industria automotriz, Transformación digital, Industria 4.0, Argentina, Política pública.

ABSTRACT

The automotive industry is one of the manufacturing sectors with the greatest adoption of 4.0 technologies. Our aim in this article is to understand the scope and features of the digital transformation process in the Argentine automotive industry, with special emphasis on auto parts suppliers. We use a qualitative methodological

¹ Este artículo relata los resultados encontrados dentro del "Programa para la Reactivación y la Transformación Digital del Sector Productivo Argentino" ejecutado por la Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y los Emprendedores del Ministerio de Desarrollo Productivo (junio de 2022), financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo y coordinado por el Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT) de la Escuela de Economía y Negocios (EEyN) de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).

* Grupo Análisis Industrial – Centro de Investigaciones Económicas y Sociales (CIEyS) - Facultad de Ciencias Económicas y Sociales (FCEyS) - Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP).

Correos: acivetta75@gmail.com, lmmauro@mdp.edu.ar, manzofranco1997@gmail.com

Código JEL: L62 - O33

approach. The main results indicate that the introduction of digital technologies is a necessary condition to participate in the automotive value chain; however, there are differences in their adoption among firms in different activities. Moreover, industrial policy has a key role to stimulate that process and the article also seeks to contribute to that sense.

Key words: *Automotive industry, Digital transformation, Industry 4.0, Argentina, Public policy.*

I. Introducción

Los avances en la producción mundial, en el marco de la 4ta. Revolución Industrial (Industria 4.0), se caracterizan por la incorporación de tecnologías digitales en la industria manufacturera (Schwab, 2016). El proceso de transformación digital (TD) optimiza las cadenas globales de valor y abre nuevas oportunidades de negocios para los países líderes, pero también para las economías emergentes (Basco *et al.*, 2018). A nivel de la firma, la aplicación de estas tecnologías tiene como resultado un proceso productivo más eficiente y flexible, con mayor optimización del consumo energético, menores costos y tiempos de fabricación, y mejor gestión de los recursos materiales (Basco *et al.*, 2018; Kosacoff, 2021; Lasi *et al.*, 2014; Papulová, Gažová, & Šufliarský, 2022; Schwab, 2016).

La industria automotriz es “punta de lanza” en el proceso de TD: presenta uno de los mayores niveles de adopción de tecnologías 4.0 a nivel global (Arcidiacono *et al.*, 2019; Basco *et al.*, 2018; Bhatia & Kumar, 2020; Kosacoff, 2021; McKinsey, 2021). Las características y el desarrollo de este proceso han sido ampliamente documentados principalmente desde la óptica de las empresas líderes de las cadenas de valor y desde sus proveedores de mayor tamaño. Sin embargo, el alcance y las particularidades del proceso de TD para las PyMEs proveedoras de la industria automotriz, no han sido analizadas en profundidad. En algunos países, como Argentina, estas empresas representan una parte importante de la cadena de valor automotriz y por lo tanto sus posibilidades de incorporarse exitosamente al paradigma Industria 4.0, repercute en la productividad global del sector.

Por lo tanto, nuestro objetivo general es comprender el alcance y las características del proceso de transformación digital (TD) en la industria automotriz, con especial énfasis en el segmento de PyMEs autopartistas. Se analiza en particular el caso argentino dado que nos permite aproximarnos al fenómeno de la TD en la industria automotriz desde la perspectiva de los países emergentes. Los objetivos específicos son: (i) analizar el grado de alcance y las características de la TD en la industria automotriz argentina; (ii) analizar los factores críticos que favorecen u obstaculizan dicho proceso; y (iii) analizar el rol del sistema institucional en el proceso de TD. Si bien el rol del entorno institucional es un factor

crítico –objetivo ii–, lo tratamos por separado en este trabajo porque nuestra finalidad última es encontrar elementos relevantes para una propuesta de política que favorezca la TD.

Se asumen diferencias en las características y el grado de adopción de tecnologías 4.0 entre los diferentes eslabones que componen la cadena de valor automotriz (Arcidiacono *et al.*, 2019; Russo, 2019); por lo que cada objetivo específico es abordado distinguiendo particularidades y diferencias entre eslabones. Adoptamos un enfoque metodológico cualitativo para comprender el proceso de TD desde la óptica de los actores intervinientes en el proceso. Utilizamos información primaria proveniente de entrevistas en profundidad a empresas características de cada uno de los eslabones que componen la cadena de valor automotriz argentina. Entrevistamos también a actores relevantes del entorno institucional.

Los principales resultados indican que la TD es una condición necesaria para la producción en algunos eslabones de la cadena, dado que las tecnologías de procesos incluidas en el paradigma 4.0 aseguran los estándares de calidad que la industria requiere. La adopción actual de la TD entre los autopartistas argentinos difiere entre empresas según: su dominio de tecnologías de base, la calificación de sus recursos humanos y las características de la demanda que abastecen. Asimismo, el entorno institucional juega un rol muy importante para promover la innovación tecnológica en las empresas, aunque el impacto directo observado en este caso sobre los procesos de TD es aún acotado. Por último, identificamos espacios de oportunidades para la industria automotriz argentina en el desarrollo de productos 4.0 a partir de la creciente conectividad y sensorización y con base en el potencial del sector de *Software* y Servicios Informáticos (SSI).

El artículo se organiza de la siguiente forma. En el siguiente apartado presentamos la literatura sobre TD y su impacto y las características específicas de este proceso en el sector automotriz. En el tercer apartado describimos la metodología de la investigación. En el cuarto apartado mostramos los resultados del análisis, y en el último, sintetizamos el trabajo realizado y las principales conclusiones junto con propuestas de política pública para promover el proceso de TD en la industria automotriz argentina.

II. La cadena de valor automotriz en Argentina

En este trabajo, realizamos un abordaje de la TD desde la perspectiva de las cadenas globales de valor (CGV). Según este enfoque, los agentes productivos se insertan en el mapa de la producción bajo el paradigma de la división internacional del trabajo, asumiendo el rol que la organización global de las cadenas le asigna a cada agente (Gereffi, Humphrey & Sturgeon, 2005; Giuliani, Pietrobelli & Rabellotti, 2005; Humprey & Schmitz, 2000).

La industria automotriz se articula a partir de un conjunto de empresas ensambladoras, denominadas terminales. Se trata generalmente de empresas multinacionales que operan plantas productivas en distintas regiones del mundo coordinadas por sus casas matrices localizadas en los países desarrollados. Las terminales detentan el gobierno de la cadena, se concentran en las actividades que consideran decisivas, como el diseño de los productos, el marketing, la administración de las marcas y ensamble final de los productos, supervisando los estándares técnicos y de calidad a lo largo de toda la cadena de valor. Estas empresas delegan ciertos procesos de manufactura a sus proveedores quiénes, a su vez, deben asegurar la calidad de producción aguas arriba en la cadena de valor. Al delegar las tareas menos específicas, las firmas líderes pueden apropiarse rápidamente del valor generado en las innovaciones y minimizar el riesgo de las actividades de producción (Sturgeon, 2002).

La cadena de valor automotriz-autopartista suele representarse considerando un espiral de anillos de proveedores (o *tiers*) en torno del núcleo conformado por las terminales. El primer anillo (*tier 1*) lo conforman un conjunto acotado de fabricantes de sistemas, subsistemas y conjuntos armados, denominados “sistemistas” y que suelen ser multinacionales localizadas en proximidades de las plantas fabriles de sus clientes. El segundo anillo (*tier 2*) lo conforman empresas que proveen de partes y piezas a los sistemistas de acuerdo con los requerimientos que ellos establecen y que en ocasiones también proveen directamente a las terminales (Barletta, Kataishi, & Yoguel, 2015; Cantarella, Katz, & de Guzmán, 2008; Civetta, Mauro, & Graña, 2020; Moya *et al.*, 2012; Panigo *et al.*, 2017). El tercer anillo (*tier 3*) está integrado por los proveedores de las empresas del segundo anillo y por firmas orientadas al mercado de reposición

exclusivamente. El Esquema 1 sintetiza la cadena de valor automotriz-autopartista completa.

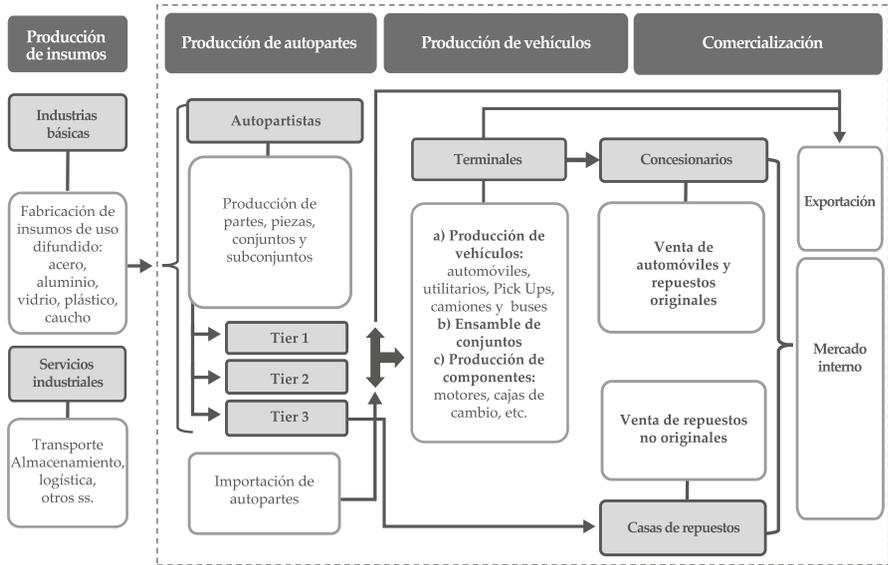
En Argentina el segmento de fabricación de vehículos está conformado por 11 empresas multinacionales que fabrican una amplia gama de productos: automóviles, utilitarios, *pick ups* medianas y camiones. Estas empresas se localizan en las provincias de Bs. As., Córdoba y Santa Fe, y en 2021 generaron 25.673 puestos de trabajo según fuentes oficiales (Observatorio de Empresas y Dinámica Empresarial [OEDE], Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social [MTEySS]). A pesar de que Argentina produce distintas clases de vehículos automotores, durante los últimos años se ha observado una especialización relativa en la fabricación de *pick ups* medianas. El país supo generar las capacidades tecnológicas necesarias para que el segmento de fabricación de *pick ups* se consolide como el núcleo productivo líder de la producción y las exportaciones (Civetta *et al.*, 2020).

El segmento autopartista está compuesto principalmente por PyMEs de capital nacional que fabrican partes y piezas para abastecer a terminales, sistemistas y al mercado de reposición (2do y 3er anillo de proveedores). Entre las principales actividades se destacan: fabricación de matrices y moldes, estampado de partes y piezas de metal, forjado y fundición de piezas de metal, fabricación de alambres conformados, cromado de piezas, inyección de piezas de plástico y fabricación de componentes –bombas, válvulas, faros, ventanas, sistemas de frenos, juntas, etc.–.

Este eslabón de la cadena de valor también incluye un conjunto de empresas medianas y grandes, mayormente multinacionales, que proveen a las terminales de conjuntos armados y sistemas (1er anillo de proveedores). Entre los sistemas producidos en Argentina se encuentran los chasis, sistemas de dirección, ejes, sistemas de climatización, sistemas de frenos, asientos, sistemas de audio e información (*infotainment*), partes plásticas inyectadas y pintadas, paneles de instrumentos, etc. De acuerdo con los datos del MTEySS, en 2020 había 1.078 empresas autopartistas en Argentina y según la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC), el 12% de estos autopartistas pertenecen al primer anillo, un 28% al segundo y el 60% restante al tercer anillo de proveedores. Estos últimos abastecen principalmente al mercado de reposición de repuestos

no originales. En total las empresas autopartista generaron en 2021 unos 36.651 empleos (MTEySS).

Esquema 1. Cadena de valor automotriz-autopartista



Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Economía (2021).

La comercialización es realizada por las terminales en el caso del mercado externo, mientras que las ventas al mercado interno se canalizan a través de una red de distribuidores –concesionarios– localizados en todo el país. Estos distribuidores, comercializan vehículos nuevos de manera exclusiva para las marcas, los cuales pueden ser de fabricación nacional o importados. En este último caso, la importación la realizan las mismas terminales radicadas en Argentina para completar su gama de productos, o representantes de otras marcas no radicadas en el país. Además, debe adicionarse dentro del segmento comercial al canal de venta minorista de repuestos y autopartes, que comercializan tanto repuestos originales como no originales fabricados por autopartistas del tercer anillo de proveedores.

III. Revisión de la literatura

A continuación, describimos el paradigma Industria 4.0 y su impacto en el sector automotriz, poniendo el foco en los factores críticos que favorecen u obstaculizan la TD. De la revisión de la literatura, derivamos las proposiciones conceptuales.

III. 1. Paradigma Industria 4.0

En el mundo, la industria está experimentando cambios sustanciales impulsados por la irrupción de tecnologías digitales, las cuales se complementan con las tecnologías tradicionales y dan lugar a un nuevo paradigma productivo denominado Industria 4.0. La aplicación de estas tecnologías tiene como resultado un proceso productivo más eficiente y flexible, con una optimización del consumo energético, menores costos y tiempos de fabricación, y mejor gestión de los recursos materiales (Basco *et al.*, 2018; Kosacoff, 2021; Lasi *et al.*, 2014; Papulová *et al.*, 2022; Schwab, 2016). Entre las principales tecnologías 4.0 se destacan: Internet de las Cosas (IoT), *Big data*, inteligencia artificial (IA), robótica colaborativa, fabricación aditiva y *cloud computing* (Basco *et al.*, 2018; Motta, Morero, & Ascúa, 2019; Schwab, 2016).

La industria automotriz es uno de los sectores que presenta un mayor nivel de adopción de tecnologías 4.0 a nivel global (Arcidiacono *et al.*, 2019; Basco *et al.*, 2018; Bhatia & Kumar, 2020; Kosacoff, 2021; McKinsey, 2021). Por ejemplo, fue el sector con mayores instalaciones de robots durante 2018 y 2019, y ocupó el tercer lugar en el 2020 (International Robotics Federation, 2021). El uso de estas tecnologías impulsa innovaciones en procesos y productos, que impactan a lo largo de toda la cadena de valor, aunque con un grado de adopción heterogéneo entre los distintos eslabones que la componen. El Esquema 2 presenta algunos ejemplos de tecnologías 4.0 aplicadas a procesos productivos en el sector automotriz.

Por su parte, dentro de las innovaciones en productos se destacan principalmente los vehículos conectados –con el usuario, con otros vehículos y con infraestructura inteligente–, con mayores prestaciones de seguridad –gracias a la aplicación de sensores y materiales nanotecnológicos– y eléctricos (Corwin *et al.*, 2015; McKinsey, 2021; Ministerio de Economía, 2021; Proff, Pottebaum, & Wolf, 2020). Las motorizaciones

eléctricas –vehículos eléctricos puros e híbridos–, constituyen una de las innovaciones en producto más importantes para el futuro de la industria automotriz. Este tipo de vehículos resultan más sustentables ambientalmente y más eficientes energéticamente que los tradicionales con motores a combustión interna (Corwin *et al.*, 2015; McKinsey, 2021; Ministerio de Economía, 2021).

Esquema 2. Principales tecnologías aplicadas en el sector automotriz

Tecnología	Finalidad	Aplicación
Robots colaborativos (usan IA, IoT y sensores)	Trabajo colaborativo con humanos: cuidado de la salud y mayor estandarización	-Introducción de líquido refrigerante -Actividades de montaje varias
Robots autoguiados (usan transmisores de radio, GPS y sensores)	Trabajo colaborativo con humanos: reducción de tiempos de espera	Traslado de piezas de una estación de montaje a otra
Exoesqueletos (de articulaciones superiores o inferiores)	Reducción de lesiones en operarios por realización de tareas repetitivas	-Colocación de sistema de transmisión y otros componentes que van por debajo del vehículo -Desplazamiento de cargas pesadas que requieren inclinación del cuerpo
Fabricación aditiva (impresión 3D)	Reducción de tiempos de producción a partir de mejorar la etapa de aprovisionamiento	-Reproducción y adaptación de piezas y repuestos complejos -Diseño de prototipos -Impresión de herramientas
Identificación por radiofrecuencia (RFID)	Optimización de trazabilidad de autopartes y reducción de pérdidas y faltantes	-Identificación automática y unívoca de cada producto -Seguimiento en tiempo real de pedidos -Recopilación automática de datos
Simulación virtual y Realidad aumentada	Validez del proceso productivo real a partir de simulaciones virtuales del mismo	-Diseño -Entrenamiento de operarios -Certificación de requisitos de seguridad -Identificación y corrección de errores en fabricación de motores y chasis
Sensorización	Reducción de fallas en el proceso productivo	-Detección electrónica de fallas en equipos -Medición de temperatura, humedad, consumo de equipos, etc.
Drones	Reducción de fallas en infraestructura	-Detección de daños físicos en grandes plantas y estructuras sin detener el proceso de producción
Sistemas de integración	Intercambio rápido y eficiente de información entre áreas	<i>Software</i> que integran áreas de gestión, producción, comercialización, etc.
IA, Big data, IoT y Cloud computing	Tecnologías transversales	Son usadas por las demás tecnologías como plataformas para prestar sus servicios

Fuente: elaboración propia en base a Arcidiacono et al. (2019), Basco et al. (2018), Bhatia & Kumar (2020), Canal Once (2019), Dai et al. (2012), Imec (2017), Info PLC (2016), Kosacoff (2021), Papulová, Gažová, & Šufliarský (2022) y Sonntag, Mehmman, & Teuteberg (2021).

III.2. Factores críticos para la TD

El proceso de transformación digital está atravesado por un conjunto de factores críticos que facilitan u obstaculizan la adopción de tecnologías por parte de las empresas. Estos factores pueden agruparse en internos a la firma y provenientes del contexto (externos). Dentro de los primeros, se destacan: las características del proceso productivo, la planificación estratégica, la cultura organizacional, las capacidades tecnológicas y la disponibilidad de recursos económicos. Dentro de los segundos, la disponibilidad de tecnologías, la influencia de las empresas líderes de la cadena de valor y el rol del entorno institucional.

A su vez, mientras algunos factores –internos y/o externos– afectan a todas las firmas de forma análoga, hay un conjunto de factores cuyo efecto se ve influenciado de forma inversa por el tamaño de la empresa. Es decir, factores que tienen un impacto mayor cuanto menor es el tamaño de la firma y viceversa. A continuación, describimos el rol de cada uno de estos factores críticos en el proceso de TD.

Características del proceso productivo. En procesos productivos estandarizados, la implementación de algunas tecnologías 4.0 suele proporcionar mayores ventajas que en producción a medida. En este último caso, así como en el caso de empresas con baja escala de producción, el gasto de inversión en tecnología es tan elevado que puede no amortizarse (Basco *et al.*, 2018, pp. 47).

Planificación estratégica. La planificación estratégica es un elemento fundamental para el crecimiento de largo plazo de las empresas. Las empresas de menor tamaño suelen enfrentar problemas derivados de la falta de planificación estratégica. En muchos casos, estos problemas surgen debido a la ausencia de conocimientos técnicos y de gestión de los administradores, así como también a un bajo nivel de motivación para expandirse por parte de los propietarios de las pequeñas empresas (Baba *et al.*, 2006; Wang, Walker & Redmond, 2007).

Cultura organizacional. La resistencia al cambio por parte de la administración de una empresa actúa como una barrera relevante a la hora de adoptar nuevas tecnologías. En ocasiones, esta resistencia se origina en la dificultad para obtener indicadores cuantitativos de los beneficios de la

implementación del paradigma 4.0 que sustenten la decisión de invertir en nuevas tecnologías. La consecuencia de la resistencia al cambio suele ser la falta de compromiso con el proceso de TD de los encargados de la toma de decisiones estratégicas (Arcidiacono *et al.*, 2019; Bhatia & Kumar, 2020).

Capacidades tecnológicas. Arcidiacono *et al.* (2019) señala un primer aspecto de este factor: la disponibilidad de infraestructura TIC, constituye un prerrequisito clave para incorporarse exitosamente al paradigma 4.0. El segundo aspecto refiere a la presencia de recursos humanos capacitados para seleccionar y utilizar eficientemente las nuevas tecnologías (Arcidiacono *et al.*, 2019; Bhatia & Kumar, 2020). Este factor –en sus dos aspectos– suele afectar principalmente a las empresas de menor tamaño que suelen ser las que no cuentan con tecnologías de base y/o con el personal calificado para operar las nuevas tecnologías. Por lo tanto, las capacidades tecnológicas suelen operar como una barrera en el proceso de TD para las PyMEs.

Disponibilidad de recursos económicos. La incorporación de nuevas tecnologías requiere que las empresas cuenten con la capacidad financiera para adquirirlas y para transitar el proceso de su asimilación. Es decir, no solamente se trata de disponer de los fondos para obtener la tecnología (comprar, adquirir licencias, etc.), sino también de la capacidad económica para afectar recursos humanos a su implementación, lo cual puede incluso implicar fondos para formación de dichos recursos. Este factor, al igual que las capacidades tecnológicas, tiene un efecto mayor en las empresas de menor tamaño, que suelen caracterizarse por recursos económicos escasos (Arcidiacono *et al.*, 2019; Suaznavar & Henriquez, 2020). Y se acentúa aún más para algunas tecnologías de gran utilidad en el sector automotriz, como por ejemplo la identificación por radio frecuencia (RFID), que son altamente costosas.

Disponibilidad de tecnologías. Este factor se expresa en dos aspectos principales. Por un lado, la disponibilidad de información sobre las tecnologías existentes y sus proveedores. Las firmas en muchos casos desconocen cuáles son las tecnologías disponibles en el mercado y cuáles son los beneficios de su adopción. De la misma forma, también pueden desconocer quiénes son los proveedores de estas tecnologías y si existen en

el ámbito local. Esto se vincula al segundo aspecto: la accesibilidad de la tecnología. Es importante que la tecnología esté disponible para las empresas y que sea accesible para ellas (Arcidiacono *et al.*, 2019; Suaznavar & Henríquez, 2020).

Rol de las empresas líderes de la cadena de valor. En la industria automotriz, las terminales establecen pautas de comportamiento relevantes para el conjunto de los actores que componen la cadena de valor. Por un lado, pueden afectar positivamente a la cadena a partir de estimular la adopción de tecnologías por parte de sus proveedores, brindándoles apoyo y asistencia técnica y/o económica para el proceso de TD. En el extremo opuesto, pueden afectar negativamente a la cadena de valor, al exigir que los proveedores mantengan precios bajos, lo cual puede afectar la capacidad financiera y el compromiso de los autopartistas con el proceso de TD (Arcidiacono *et al.*, 2019).

Rol del entorno institucional. El entorno institucional, entendido como el conjunto de actores públicos y privados y sus relaciones que rodean a la industria automotriz, cumple un rol estratégico en el crecimiento y desarrollo del sector (Peres & Primi, 2009; Vázquez Barquero, 1999). Desde un enfoque evolucionista, el desarrollo está estrechamente asociado al cambio técnico, y este tiene un carácter esencialmente sistémico: la adopción de nuevas técnicas y la generación de conocimientos son producto del proceso de interacción entre los agentes. Esta interacción permite facilitar los procesos de aprendizaje, promoviendo la innovación y fortaleciendo las capacidades tecnológicas de las empresas (Lundvall, Dosi, & Freeman, 1988). En particular, la adopción de nuevas tecnologías puede facilitarse a través de instituciones públicas que promuevan la TD, y de un marco legal adecuado que favorezca y no obstaculice su adopción. Muchos países cuentan con políticas orientadas a impulsar la TD en la industria, destacándose Francia, Alemania, Italia, Polonia, China, Japón, Corea del Sur, Australia, Nueva Zelanda, Canadá y Brasil. Sus objetivos más importantes pueden agruparse en: promoción de la I+D en tecnologías 4.0, formación en competencias digitales y upskilling de trabajadores, financiamiento y asistencia técnica para la TD, adaptación de marcos regulatorios, difusión de tecnología y vinculación con proveedores 4.0 (Amorim *et al.*, 2020; Arcidiacono *et al.*, 2019;

Basco *et al.*, 2018; Bhatia & Kumar, 2020; Drahokoupil, 2020; European Commission, 2017a; 2017b; 2017c; European Court of Auditors, 2019; Ottonicar, Valentim, & Mosconi, 2019; Russo, 2019). La política industrial debe tener un rol activo en fortalecer la interacción entre empresas, instituciones de I+D y organismos del Estado, incentivando la acumulación de conocimientos y la exploración de nuevas oportunidades tecnológicas (Cimoli, Dosi, & Stiglitz, 2008; Lavarello & Sarabia, 2015).

III.3. Propositiones

De la revisión de la literatura surgen las siguientes proposiciones conceptuales que son sometidas a discusión a lo largo de la investigación:

1. Existen diferencias entre los distintos eslabones de la cadena de valor automotriz en el grado de TD.
2. Los factores críticos internos que afectan la TD se asocian a las características del proceso productivo, la planificación estratégica, la cultura organizacional, las capacidades tecnológicas y la disponibilidad de recursos económicos.
3. Los factores críticos externos que afectan la TD se asocian a la disponibilidad de tecnologías y la influencia de las empresas líderes de la cadena de valor.
4. El entorno institucional desempeña un rol relevante en el proceso de TD para las empresas.

IV. Metodología

Adoptamos un abordaje metodológico cualitativo, utilizando fuentes de información primarias y secundarias. Por un lado, para caracterizar y describir a la cadena de valor automotriz argentina, analizamos datos secundarios provenientes de fuentes públicas (Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina [INDEC], MTEySS y Ministerio de Economía) y privadas (Asociación de Fábricas de Automotores [ADEFAs] y Asociación de Concesionarios de Automotores de la República Argentina [ACARA]). Por otro lado, llevamos adelante un estudio de caso múltiple recolectando información primaria de diversas unidades. Esta metodología permite dar respuesta a los objetivos propuestos a través de un análisis

comparado, en el que identificamos patrones de comportamiento a partir de las similitudes y diferencias en el proceso de TD de las firmas de cada segmento de la cadena de valor. Asimismo, la realización de entrevistas a múltiples actores permite incrementar la robustez de los resultados obtenidos (Hernández Sampieri, 2010; Yin, 2009). De acuerdo con Yin (2009), la calidad de un diseño de investigación se juzga a partir de cuatro conceptos que describimos en la Tabla 1, junto con la estrategia adoptada en el trabajo para alcanzarlos.

Tabla 1. Calidad del diseño de investigación

Concepto	Se logra a partir de...	Estrategia metodológica adoptada
<i>Validez de constructos</i>	Generar medidas operacionalizadas de los conceptos a estudiar	Combinar la evidencia cualitativa con la información cuantitativa para generar indicadores objetivos de los conceptos centrales.
<i>Validez interna</i>	Obtener una relación causal no espuria	Análisis en dos fases: un análisis individual de cada empresa y un análisis comparativo entre las firmas.
<i>Validez externa</i>	Garantizar la posibilidad de generalización de los resultados	Análisis de empresas con características diversas y pertenecientes a diferentes eslabones de la cadena de valor, para observar elementos comunes y factores específicos cuya repetición da cuenta de regularidades de comportamiento.
<i>Confiabilidad</i>	Garantizar la posibilidad de replicar los procedimientos	Elaborar rutinas de recopilación y análisis de información que pueden ser utilizados en otros estudios.

Fuente: elaboración propia en base a Yin (2009).

La recolección de la información en las entrevistas en profundidad y su posterior análisis fue realizado en función de un conjunto de dimensiones definidas previamente y sometidas a discusión durante el proceso de investigación. Dichas dimensiones son:

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. Percepción general sobre la TD | 3.3. Drivers de la adopción |
| 1.1. Cambios tecnológicos relevantes a nivel mundial | 3.4. Presupuesto para la TD |
| 1.2. Segmentos/eslabones afectados por esos cambios | 3.5. Obstáculos para la TD |
| 2. Capacidades tecnológicas de la empresa | 3.6. Facilitadores de la TD |
| 2.1. Infraestructura básica TIC | 4. Rol del entorno institucional |
| 2.2. Calificación y características de los recursos humanos | 4.1. Instituciones empresariales |
| 3. Proceso de TD en la empresa | 4.2. Instituciones tecnológicas |
| 3.1. Información disponible | 4.3. Organismos del Estado |
| 3.2. Áreas principales de adopción | |

En total realizamos 17 entrevistas entre los meses de marzo y mayo de 2022. Dado que nuestro principal objetivo es comprender el proceso de TD con énfasis en el segmento de autopartistas, la mayoría de las entrevistas estuvieron dirigidas a firmas proveedoras –del primer anillo, del segundo y orientadas al mercado de reposición–. Asimismo, y con el fin de relevar información acerca de todos los actores de la cadena de valor, entrevistamos a dos terminales (una dedicada a la producción de autos eléctricos) y a actores del sistema institucional –representantes de las principales asociaciones empresarias, un sindicato, una universidad vinculada al sector automotriz y expertos en SSI, en vinculación público privada y en ciencia, tecnología, e innovación (Tabla 2)–.

El instrumento de recolección de datos consistió en cuatro guías de entrevista con un núcleo común de preguntas, pero con diferencias según las características particulares del tipo de actor a entrevistar: expertos, instituciones, terminales y autopartistas. Consideramos que los casos seleccionados proporcionan las bases tanto para una replicación literal (réplica de resultados similares entre casos similares) como para una replicación teórica (obtención de resultados contrastantes respecto de las teorías utilizadas), dado que todos ellos son representativos de cada uno de los eslabones que representan. Adicionalmente, la información para cada uno de los eslabones de la cadena de valor surge de las propias entrevistas dentro del segmento, como de los datos que brindan las entrevistas a los demás actores.

Tabla 2. Características de los actores entrevistados

		Tamaño	Área de trabajo
Terminal	Terminal VE	200-500 ocupados	Autos eléctricos otros productos electrónicos.
		> de 1000 ocupados	Automóviles.
Primer anillo	Autopartista 1	> de 500 ocupados	Estampado de piezas y conjuntos armados.
	Autopartista 2	200-500 ocupados	Matricería y diseño de líneas de ensamble, automatización y robótica.
Segundo anillo	Autopartista 3	200-500 ocupados	Estampado de piezas metálicas.
	Autopartista 4	200-500 ocupados	Soplado e inyección de piezas.

Mercado de reposición	Autopartista 5	< de 50 ocupados	Repuestos para carburadores y bombas de combustible para inyección electrónica.
	Autopartista 6	< de 50 ocupados	Cables para bujías.
	Autopartista 7	50-200 ocupados	Conectores eléctricos.
	Autopartista 8	< de 50 ocupados	Baterías eléctricas, cargadores, sistemas de carga.
Entorno institucional	Sindicato	75000 afiliados	41 centros de capacitación.
	Cámara empresaria 1	200 asociados (autopartistas)	Representación gremial empresaria.
	Cámara empresaria 2	60 cámaras asociadas (24.000 empresas)	Representación gremial empresaria/ servicios tecnológicos.
	Universidad	3000 alumnos	Ingeniería en industria automotriz.
Informantes calificados	Experto 1		Consultor en software y servicios informáticos.
	Experto 2		Secretario de Vinculación FCEyS-UNMdP.
	Experto 3		Asesor en ciencia tecnología e innovación de la Unión Industrial Argentina (UIA).

Fuente: elaboración propia.

V. Resultados

La presentación de los resultados se divide en tres partes: caracterización del proceso de TD en la industria automotriz argentina, análisis de los factores críticos para la TD y evaluación del rol del entorno institucional en la TD. El análisis se organiza en función de los distintos segmentos de la cadena de valor automotriz incluidos en el estudio: terminales, proveedores del primer y segundo anillo y del mercado de reposición. Cabe aclarar que en algunas de las dimensiones analizadas solo resulta pertinente analizar determinados segmentos específicos.

V.1. Características del proceso de TD

En el sector automotriz argentino, al igual que en otras actividades industriales, las instituciones públicas y privadas –en acciones no siempre coordinadas de manera óptima, hacen importantes esfuerzos por difundir el paradigma 4.0 entre las empresas. Sin embargo, no todas las empresas

tienen información respecto de las nuevas tecnologías, su disponibilidad y los beneficios de su aplicación. Esta heterogeneidad se manifiesta también en el grado de adopción de las nuevas tecnologías y las particularidades que este proceso adopta: aun cuando la TD alcanza a todos los eslabones de la cadena de valor, se observan importantes diferencias en el tipo de tecnologías predominantes, el grado y áreas funcionales de aplicación del paradigma 4.0 y los drivers de la TD (Tabla 3). Este resultado valida la primera proposición teórica.

Se entiende por alto nivel de alcance del proceso de TD, a una difusión extendida de las tecnologías 4.0 en la empresa, es decir al uso de las mismas en todas sus áreas funcionales y en la mayor parte de las actividades de cada una. El nivel medio refiere a una difusión parcialmente extendida de las tecnologías 4.0, es decir, su uso en al menos un área funcional de la empresa y en algunas de sus actividades. Por último, un bajo nivel de alcance del proceso de TD, implica que el uso de las tecnologías 4.0 no está difundido en la empresa y solo alcanza a algunas actividades dispersas, ya sean de una misma área funcional o no.

Tabla 3. Alcance del proceso de TD

	Terminales	Primer anillo	Segundo anillo	Mercado de reposición
<i>Paradigma tecnológico dominante</i>	Industria 4.0	Industria 4.0	-Industria 4.0 (proveedores de terminales y/o sectores con altos estándares de calidad). -Convivencia entre Industria 4.0 y 3.0 (resto de las empresas).	Industria 3.0
<i>Grado de TD</i>	Alto	Entre alto y medio	-Predominantemente entre medio y bajo, con algunos casos de alto.	Bajo a nulo, con algunos casos de medio.

Fuente: elaboración propia.

Las terminales y los proveedores del primer anillo participan del paradigma industria 4.0, con un grado de adopción de tecnologías alto para las terminales, y entre alto y medio para los proveedores del primer anillo. Algunos ejemplos de tecnologías 4.0 incorporados por estas

empresas son: robótica avanzada, automatización inteligente y simulación (por ejemplo, para matrices de estampado y robots). Algunas de estas tecnologías se encuentran incorporadas en los bienes de capital y otras constituyen *softwares* independientes que generan y/o procesan información relevante. En particular, dentro de las tecnologías blandas, se observa en estos segmentos una importante difusión de sistemas de manejo integrado de las actividades y departamentos de la empresa. La comunicación e intercambio de información entre áreas de una firma permite aprovechar al máximo las nuevas tecnologías digitales, logrando una organización más eficiente del conjunto de operaciones de la empresa. Por ejemplo, si un robot además de cumplir la función para la que fue incorporado genera información que no sólo habilita a procesos de mejora de la tarea específica, sino que además se vincula por ejemplo con el área planificación de la producción o de compra de insumos, posiblemente alcance su mayor potencial. Por último, entre terminales y proveedores del primer anillo también encontramos algunos ejemplos de tecnologías de frontera como IA, gemelos digitales y realidad aumentada, aunque su aplicación es aún muy marginal.

El segmento de proveedores del segundo anillo, mayormente compuesto por PyMEs de capital nacional, es el que presenta mayor heterogeneidad en el grado de incorporación de tecnologías 4.0. Aquellas empresas que proveen a terminales o aquellas que además de abastecer al sector automotriz, son proveedoras de otros sectores con elevados requerimientos de calidad –por ejemplo, la industria petroquímica–, en general han avanzado en el proceso de TD y se encuentran dentro del paradigma 4.0. Entre las demás empresas que conforman el segundo anillo, el grado de TD es medio a bajo y predomina una combinación de tecnologías 4.0 y 3.0. En este segmento, algunos ejemplos de tecnologías de la industria 4.0 que han aplicado las empresas incluyen: automatización inteligente y robótica avanzada –por ejemplo, en soldadura y procesamiento de plásticos– e impresión aditiva de partes y piezas pequeñas. Dentro de las tecnologías blandas, prevalecen los sistemas de mejora continua como el método Kaizen, adoptados con cierta masividad, y los dispositivos de generación de indicadores simples para la toma de decisiones –por ejemplo, *Key performance indicator* (KPI)–.

Sin embargo, a diferencia de los proveedores del primer anillo, se observa escasa o nula integración entre sistemas, actividades y áreas funcionales. En consecuencia, en el segundo anillo de proveedores, aun cuando se han adoptado algunas tecnologías digitales, no se encuentran explotadas en su máximo potencial, especialmente en lo que respecta al uso de la información generada en la toma de decisiones.

Por último, entre los proveedores del mercado de reposición, predominan tecnologías 3.0 y un nivel bajo o nulo de TD. Identificamos, sin embargo, algunos casos interesantes de empresas que han iniciado procesos de digitalización, por ejemplo, a través de la incorporación de sensores en las máquinas y equipamiento existente. Respecto de las tecnologías blandas, encontramos algunas empresas que implementan sistemas de mejora continua, pero su aplicación resulta marginal respecto del conjunto del segmento.

La falta de profundidad en el proceso de TD de las empresas del segundo anillo y las proveedoras del mercado de reposición, representa en ocasiones un problema en la competitividad global de la cadena de valor automotriz. Por ejemplo, las deficiencias en la planificación de la producción por parte de proveedores, obliga a las terminales a mantener *stocks* excesivos de materiales, insumos y partes. La generación y transferencia de datos en tiempo real entre proveedores y terminales que resultaría de aplicar tecnologías 4.0, permitiría realizar ajustes en la programación de la producción que mejoren la eficiencia para ambos eslabones.

Respecto de las áreas funcionales de las cuales las firmas han incorporado tecnologías digitales, si bien existen diferencias por segmento, se observa una predominancia del proceso productivo como el área de trabajo en el cual comienza la TD. Ello se debe a que los beneficios de las nuevas tecnologías aplicadas al proceso suelen generar mejoras “perceptibles” por ejemplo en productividad. En el caso específico de las terminales y los proveedores del primer anillo, se observa que la TD atraviesa a la empresa en sus diferentes áreas. Por el contrario, en los proveedores del segundo anillo y mercado de reposición, la TD prevalece en producción, gestión y/o comercialización, sin integración. La necesidad de TD en el área comercial es una característica de aquellas empresas que abastecen el mercado de reposición, orientadas a consumidor final en mercados relativamente atomizados.

En relación con los principales *drivers* del proceso de TD, en el caso de las terminales, la TD es consecuencia de una decisión estratégica de las empresas: la digitalización es parte de una estrategia global definida desde las casas matrices fuera de Argentina. Esta decisión se traduce en una búsqueda activa de nuevas tecnologías a incorporar para mejorar los procesos y la gestión de la empresa. Por su parte, los proveedores del primer anillo, al ser proveedores de las terminales, tienen niveles de exigencia en términos de calidad y tecnologías similares a éstas. Para estas empresas la TD es un requisito para proveer a las terminales y, si bien no observamos asignaciones presupuestarias específicas y explícitas para digitalización, la búsqueda activa suele realizarse por personal entre cuyas tareas se incluye a la TD. En el caso de los proveedores del segundo anillo que abastecen directamente a terminales o sistemistas globales y en el caso de las empresas que fabrican repuestos originales, el principal *driver* de la TD es también alcanzar los estándares de calidad impuestos por sus clientes mediante el uso de tecnologías 4.0. La Tabla 4 sintetiza las áreas funcionales de adopción de TD y los *drivers* del proceso mencionados previamente.

Tabla 4. TD al interior de las empresas

	Terminales	Primer anillo	Segundo anillo	Mercado de reposición
<i>Área de adopción de TD</i>	Aplicación transversal	Aplicación transversal con énfasis en producción.	Principalmente en producción y gestión.	Principalmente en producción y comercialización.
<i>Drivers de la TD</i>	Búsqueda activa	-Requerimiento de la demanda (terminales, sistemistas). -Resolución de problemas específicos.		Resolución de problemas específicos.

Fuente: elaboración propia.

Para el resto de las empresas del segundo anillo y las que abastecen al mercado de reposición, la falta de incentivos por parte de la demanda es un elemento central para explicar el menor grado de avance en el proceso de TD. Para aquellas firmas que sí inician este proceso, los *drivers* principales se relacionan con la necesidad de resolución de problemas específicos. Por ejemplo, la incorporación de tecnologías 4.0 permite resolver inconve-

nientes derivados de la falta de personal calificado en tareas críticas como soldadura o corte de chapas.

En síntesis, un resultado central del trabajo es que la implementación de tecnologías digitales por parte de los fabricantes de componentes para la industria automotriz es el medio para alcanzar la calidad que la industria requiere. Las terminales establecen estándares de calidad a sus proveedores y éstos asumen que para lograrlos deben implementar necesariamente tecnologías 4.0 en productos y procesos. Esta condición se profundiza en el caso de componentes que forman parte de sistemas de seguridad de los vehículos: luces, frenos, cinturones de seguridad, apoyacabezas, columnas de dirección, neumáticos, etc. Por el contrario, para algunos proveedores del segundo anillo y aquellos que proveen componentes alternativos para el mercado de reposición, la fijación de estándares tecno-productivos y de calidad es menos frecuente, por la falta de vinculación directa con las terminales o los proveedores directamente conectados a ellas.

V.2. Factores críticos para la TD

A continuación, discutimos los resultados encontrados respecto de los factores críticos. Algunos de los factores identificados afectan de igual forma a todos los segmentos de la cadena automotriz, mientras que otros se manifiestan de manera diferente, tanto en términos de la dirección del efecto –facilitador u obstáculo–, como de la magnitud de su impacto sobre el proceso de TD. Cabe destacar que si bien en el análisis que presentamos buscamos identificar los efectos individuales de cada factor, no debe perderse de vista que éstos interactúan entre sí y en algunos casos incluso, amplifican su impacto en el proceso de TD. Los resultados encontrados descriptos a continuación, validan la segunda y tercera proposición teórica.

El Esquema 3 sintetiza el rol de los factores analizados, considerando los diferentes eslabones de la cadena de valor. En la discusión conceptual de estos factores se hizo referencia al tamaño de las empresas, lo cual podría adjudicarse al segmento, dada la correlación que existe entre ambas variables. Es decir, mientras las terminales son empresas grandes, por el contrario, las firmas del segundo anillo son mayormente pequeñas y medianas.

Esquema 3. Factores críticos para la TD



Fuente: elaboración propia.

Características del proceso productivo. La estandarización de la producción suele ser un elemento facilitador, e incluso alentador, para la adopción de tecnologías digitales, las que generalmente requieren una producción a gran escala para obtener su máximo beneficio. Así, para aquellas empresas autopartistas del primer y segundo anillo especializadas en un conjunto acotado de modelos con series largas de producción, este elemento opera como un facilitador para la adopción de tecnologías digitales. Por el contrario, este factor constituye un importante obstáculo para los autopartistas orientados al mercado de reposición, que ofrecen partes y piezas para una gran cantidad de marcas y modelos en lotes pequeños de producción, lo cual no hace rentable adoptar muchas tecnologías 4.0.

Planificación estratégica. La falta de estructura organizacional para la planificación estratégica y la toma de decisiones de largo plazo pueden operar como un obstáculo para iniciar y llevar adelante el proceso de TD a nivel de la firma. En las empresas orientadas al mercado de reposición y algunas pertenecientes al segundo anillo, los recursos humanos encargados de tomar las decisiones estratégicas dentro de las empresas están abocados a la resolución de problemas de la operatoria cotidiana y no a

la planificación de largo plazo. Además, los proyectos tecnológicos de complejidad media como aquellos que modifican rutinas o que implican interacción con la firma proveedora de la tecnología, tienen períodos de desarrollo y ejecución superiores a un año y eso muchas veces implica un horizonte temporal de planeamiento difícil de abordar para las empresas más pequeñas. Por el contrario, las empresas del primer anillo suelen tener la estructura organizacional necesaria para abordar exitosamente los desafíos de la TD.

Cultura organizacional. Algunos empresarios consideran que la tecnología implica un nivel de complejidad disociado de sus necesidades y que el concepto de industria 4.0 está “alejado” de su realidad productiva, por lo tanto, se muestran reticentes a incorporar nuevas tecnologías y la resistencia al cambio se convierte en un importante obstáculo a la TD. Ello se explica, en muchos casos, por otro de los factores críticos analizados: la falta de información sobre las tecnologías disponibles, sus características y los beneficios de su uso. Por el contrario, en otros casos, el convencimiento sobre los beneficios de las nuevas tecnologías por parte de los gerentes y directivos constituye un elemento clave para avanzar exitosamente en TD y opera como un facilitador de este proceso. Si bien, el primer comportamiento se evidencia mayormente entre los proveedores del mercado de reposición y los del segundo anillo, y el segundo entre los del primer anillo y algunos del segundo, en ambos casos existen excepciones.

Capacidades tecnológicas: infraestructura básica. La adopción de tecnologías comprendidas en el paradigma 4.0 requiere contar con capacidades tecnológicas de base sobre las cuales construir la conectividad y el uso eficiente de la información generada en los diferentes en las diferentes áreas de la empresa. La adopción de sistemas de gestión –de la producción, logísticos, comerciales, etc.– y de tecnologías clasificadas dentro del paradigma Industria 3.0 –por ejemplo, automatización básica y TICs–, constituyen un umbral mínimo que requieren las empresas para adoptar exitosamente tecnologías 4.0 y por lo tanto constituyen un punto de partida para la TD. En el caso de las firmas que abastecen al mercado de reposición, un obstáculo a la TD es la persistencia de tareas y actividades no automatizadas –muchas veces asociado a la falta de escala mencionada

previamente–, con ausencia de adopción de tecnologías básicas y de sistemas de mejora continua. Es difícil pensar en aplicaciones de industria 4.0 como sensorización y análisis de datos para proyección de mejoras, si la gestión de la empresa se realiza a través de plataformas como Excel o Access, o si las máquinas involucradas en la producción se operan manualmente. Contrariamente, las empresas del primer anillo y la mayor parte de las del segundo anillo de proveedores, cuentan la infraestructura tecnológica de base y por lo tanto este factor es un facilitador de la TD.

Capacidades tecnológicas: recursos humanos calificados. La aplicación exitosa de las nuevas tecnologías digitales requiere, además, que la empresa cuente con los recursos humanos necesarios para llevar adelante el proceso de TD. Una de las principales limitantes para iniciar procesos de TD es la falta de trabajadores con habilidades tecnológicas capaces de motorizar y monitorear dicho proceso, que no es inmediato y que en ocasiones requiere un horizonte temporal de más de seis meses, en el que deben involucrarse muchos miembros de la empresa. Encontramos que este factor constituye un obstáculo para todos los segmentos de la cadena de valor: todas las firmas automotrices enfrentan –en mayor o menor grado– problemas derivados de la falta de los recursos humanos necesarios para transformarse digitalmente. Las nuevas tecnologías demandan nuevas competencias laborales, sobre todo formación en electrónica, robótica y mecatrónica. Argentina tiene una tradición reconocida en la formación de sus recursos humanos y algunas instituciones están desarrollando acciones de capacitación en competencias digitales, pero aún no es suficiente. Algunas de las firmas de mayor tamaño –principalmente del primer anillo– por su parte, contratan consultores externos para la TD y pueden minimizar el efecto de este obstáculo, pero son acciones marginales. En consecuencia, la falta de recursos humanos para la TD es uno de los principales obstáculos que afectan a la industria automotriz.

Capacidad económica: disponibilidad de fondos propios. La disponibilidad de fondos para la TD es un elemento que opera como obstáculo para algunas empresas y como facilitador para otras. Entre las empresas que abastecen al mercado de reposición y las firmas más pequeñas del segundo anillo, se trata de un obstáculo a la TD, mientras que entre las

firmas del primer anillo y las de mayor tamaño del segundo, la capacidad económica es un facilitador para la TD. Más allá de esta distinción por segmento, un resultado común que aparece en la mayor parte de las entrevistas es que el efecto de los factores mencionados previamente –planificación estratégica, cultura organizacional y capacidades tecnológicas– resulta mayor al de la disponibilidad de fondos. Es decir, aun cuando se cuente con los fondos para avanzar en TD, se requiere de empresarios con decisión, infraestructura de base y recursos humanos para hacerlo de forma exitosa. Cabe destacar, además, que la relevancia de la capacidad financiera difiere según las tecnologías digitales: aquellas cuya incorporación implica la adquisición de bienes de capital tienen un mayor costo que las tecnologías blandas.

Capacidad económica: acceso a fuentes externas de financiamiento. Además de utilizar recursos propios, las empresas pueden obtener financiamiento externo público para la TD, lo cual en ocasiones puede resultar incluso más conveniente. El acceso a estas fuentes de financiamiento requiere contar con las capacidades necesarias, por ejemplo, para identificar las convocatorias, presentar la documentación solicitada y realizar la posterior rendición de los fondos. Observamos que algunas empresas –generalmente del primer y segundo anillo– cuentan con las capacidades necesarias para la gestión de los programas públicos de apoyo y fomento de la TD, lo cual se refuerza con experiencias exitosas de participación en estos programas. Estas empresas logran identificar y transmitir la necesidad que requiere una solución tecnológica y transformar esa necesidad en una oportunidad interesante para financiar su desarrollo. Pero también cuentan con la capacidad de relacionarse con otros actores del entorno –universidades, organismos públicos, cámaras empresariales, otras firmas, etc.– para dialogar sobre temas tecnológicos. Esto les permite conformar equipos de trabajo interdisciplinarios con lenguajes complementarios, que operan como un puente perfecto para la adopción de nuevas tecnologías y su integración exitosa a las rutinas de la empresa.

Rol de las empresas líderes de la cadena de valor. Los requerimientos de la demanda son un factor clave para dinamizar los procesos de TD, tal como explicamos previamente al analizar los *drivers* de la TD. Dado el

rol que ejercen las terminales en la cadena de valor automotriz y los altos estándares de calidad requeridos por ellas, la provisión a terminales es un elemento clave para la TD de los autopartistas. Además, observamos que en ocasiones las terminales proporcionan información sobre nuevas tecnologías y acompañamiento técnico e incluso económico para que sus proveedores puedan transformarse digitalmente.

Disponibilidad de tecnología: información sobre TD. La falta de información sobre TD suele ser un obstáculo entre los proveedores automotrices que se encuentran menos vinculados con las terminales –mercado de reposición y algunas firmas del segundo anillo–. La mayor parte de los empresarios entrevistados reconocen que existe una tendencia creciente y esfuerzos importantes de parte de los organismos públicos y las asociaciones y cámaras empresariales, para avanzar en la difusión del paradigma 4.0. Sin embargo, aún existe espacio para profundizar en la sensibilización sobre TD, especialmente para las empresas que no logran identificar sus necesidades tecnológicas. En estos casos se requiere, no sólo es importante la difusión por canales tradicionales, sino que también se requiere de un proceso de acompañamiento individual.

Disponibilidad de tecnología: accesibilidad. La falta de accesibilidad a proveedores tecnológicos constituye un obstáculo para la TD. En particular, el desconocimiento de empresas locales que podrían abastecer de tecnología obliga a muchas empresas a importar tecnología. Ésta suele ser enlatada y no se adapta a las características de las firmas adoptantes, especialmente de las de menor tamaño. Además, en ocasiones, la tecnología importada no ofrece servicios de soporte y postventa necesarios para asimilar la tecnología e integrarla a los sistemas existentes en las empresas.

V.3. Rol del entorno institucional

Dentro del entorno institucional podemos distinguir dos tipos de acciones relevantes para la TD: aquellas que ocurren desde el sector privado y aquellas impulsadas por el Estado. Los resultados que describimos a continuación contrastan en parte con la cuarta proposición teórica, dado que, si bien se reconoce el rol relevante del entorno institucional, en el caso

argentino, aún existen espacios para profundizar su centralidad en el proceso de TD del sector automotriz.

En primer término, las asociaciones y cámaras empresariales se caracterizan por generar actividades de divulgación y difusión de las nuevas tecnologías y desarrollar programas específicos vinculados que aportan a la TD en el sector automotriz. Por otra parte, los sindicatos más relevantes hacen importantes aportes a partir de sus centros de formación profesional, muy valorados por los empresarios por su contribución con la capacitación de recursos humanos. Los sindicatos entienden que la agenda de la movilidad del futuro requerirá de recursos humanos con nuevas competencias y trabajan activamente sobre esa agenda. En la Tabla 5 sintetizamos los programas y acciones del sector privado más relevantes disponibles actualmente en Argentina, algunos de los cuales se enmarcan en Plan estratégico sectorial 2030 elaborado conjuntamente por las entidades privadas representativas de la industria (Sindicato de Mecánicos y Afines del Transporte Automotor [SMATA] *et al.*, 2020).

Tabla 5. Programas desde el sector privado para la TD

Institución	Programa	Objetivo	Herramientas
Unión Industrial Argentina (UIA)	-Proyecto Ruta X	-Incorporar tecnologías 4.0 en los procesos productivos.	-Vinculación institucional -Asistencia técnica para implementación de proyectos y formación de talentos
ADIMRA	-Red de Centros Tecnológicos	-Impulsar cooperación entre agentes productivos y mejora de la competitividad del sector metalúrgico.	-Servicios tecnológicos: diseño industrial, prototipado funcional e impresión 3D, robótica y automatización industrial
SMATA y UOM	-Centros de capacitación y formación profesional	-Formación continua de trabajadores de la industria en general y del sector automotriz en particular.	-Carreras terciarias: Industria 4.0 y Mecatrónica -Cursos en automatización industrial, electricidad, electrónica e informática

Fuente: elaboración propia.

Además de la generación de programas para la TD, de las entrevistas surgen dos roles muy importantes que desempeñan las cámaras y asociaciones empresariales. El primero refiere a su conformación como espacio de intercambio de conocimientos y experiencias entre empresas que les permite, por un lado, adquirir información sobre nuevas tecnologías que podrían incorporar y por el otro, aprender de las trayectorias virtuosas y de los problemas enfrentados por sus pares, tanto proveedores como clientes. El segundo surge de su carácter de representantes del sector ante el Estado en sus diferentes estamentos, tarea que adquiere relevancia por ser el automotriz un sector altamente regulado, tanto por normativas de seguridad vial como por políticas de promoción y acuerdos de comercio internacional. Sin embargo y a pesar de la fuerte vinculación existente, las cámaras empresarias más representativas no han jugado un rol determinante para avanzar en los procesos de TD en esta industria.

En segundo término, respecto de las políticas públicas, si bien en Argentina la industria automotriz no posee programas específicos diseñados *ad-hoc* para avanzar en procesos de TD en el sector, las empresas suelen utilizar herramientas de carácter horizontal implementadas por el Estado desde sus organismos gubernamentales y desde las instituciones tecnológicas que lo conforma. La Tabla 6 sintetiza las políticas públicas más relevantes disponibles actualmente en Argentina. Algunas de estas herramientas buscan aportar los recursos económicos para la TD, asistir técnicamente a las empresas para avanzar exitosamente en dicho proceso y establecer canales de vinculación entre la oferta local de servicios tecnológicos y la demanda de las empresas. Complementando los programas específicos, observamos un aporte interesante proveniente de las instituciones educativas, destacándose el caso de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná (UTN-FRP) con una oferta de carreras específicas para la industria automotriz y una fuerte vinculación con el sector privado. Sin embargo, aún falta profundizar la formación en competencias tecnológicas y la generación de proyectos de investigación –básica y/o aplicada– asociados a las nuevas tecnologías en la industria automotriz.

Tabla 6. Programas y políticas públicas para la TD

Institución	Programa	Objetivo	Herramientas
Ministerio de Desarrollo Productivo	-Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0	-Promover la incorporación de tecnologías 4.0 en el entramado productivo.	-Financiamiento: PAC, PRODEPRO, SOLUCIONA II. -Asistencia técnica. -Capacitación. -Fortalecimiento institucional.
	-Red de Asistencia Digital para Pymes	-Difundir la disponibilidad de oferentes y servicios tecnológicos para facilitar la TD de las PyMEs.	-Directorio de soluciones y servicios para la TD.
	-Unidades de Transformación Digital	-Estimular cambios organizacionales y adopción de tecnologías para la TD de PyMEs.	-Talleres de sensibilización. -Planes de TD para Pymes. -Asesoramiento para búsqueda de soluciones digitales.
Subsecretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia de Buenos Aires	-Programa Clínicas Tecnológicas	-Promover la sustentabilidad de las PyMEs industriales bonaerenses.	-Asistencia técnica para identificación de demandas y oportunidades de modernización tecnológica. -Vinculación tecnológica.
Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)	-Industria 4.0	-Implementación de proyectos de Industria 4.0 en sectores productivos.	-Sensibilización y asistencia técnica para implementación de proyectos de TD.
	-Tecnologías de gestión	-Favorecer la competitividad empresarial.	-Mejora de productividad: Kaizen Tango, 5S. -Diagnósticos empresariales. -Asesoramiento en tecnologías de gestión.
Universidades (lídera UTN Pacheco)	-Vinculación con el sistema productivo	-Fortalecer la formación de recursos humanos en el sector automotriz.	-Programa de pasantías en empresas. -Generación de trayectos formativos específicos.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, observamos heterogeneidades importantes en el uso de los programas y políticas descriptos previamente entre los eslabones que componen la cadena de valor automotriz. Las terminales suelen recurrir a las políticas sectoriales tradicionales como la Ley de promoción del autopartismo (27.263) pero no programas para la TD. Los autopartistas de tamaño medio, pertenecientes principalmente al segundo anillo y en menor medida al primero, son los principales usuarios y mayores beneficiarios

de estos programas. Estas empresas, a diferencia de las terminales y sistemistas requieren asistencia económica y técnica para la TD y se distinguen también de los autopartistas de menor tamaño por contar la capacidad para participar exitosamente de los programas. La experiencia adquirida por las firmas respecto de la presentación a convocatorias constituye un importante capital que les permite utilizar de forma creciente las herramientas existentes. Los proveedores más pequeños, por el contrario, si bien podrían ser usuarios de los programas dadas sus necesidades de financiamiento y asistencia, no acceden a ellos por algunas de las cuestiones ya mencionadas como la disponibilidad de información y la falta de planificación estratégica. Además, aún en los casos en los que logran presentarse a algún programa, se ven afectadas por características desfavorables de ciertas convocatorias como los excesivos plazos de evaluación de los proyectos y la demora en el pago de los fondos adjudicados.

VI. Reflexiones finales

El objetivo de este estudio fue comprender el alcance y las características del proceso de TD en la industria automotriz, con especial énfasis en el segmento de PyMEs autopartistas. En particular, aplicamos un enfoque metodológico cualitativo y a partir del caso argentino, analizamos el grado de alcance y las características de la TD, los factores críticos que la favorecen u obstaculizan y el rol del sistema institucional en dicho proceso. Se plantearon cuatro proposiciones teóricas: para tres de ellas encontramos evidencia en línea con la literatura (proposiciones 1 a 3) y la última, se contrastó en parte. Los principales resultados indican que:

La TD alcanza a una gran parte de la industria automotriz y en algunos eslabones es una condición necesaria para garantizar los estándares de calidad requeridos. La influencia que ejercen las terminales automotrices a partir del establecimiento de estándares de calidad mínimos establece los parámetros tecnológicos para toda la industria e impulsa la TD como medio para alcanzar dichos estándares. Esta situación es excluyente para los proveedores de componentes, partes, piezas y conjuntos armados que demandan las terminales y sistemistas globales, así como para los fabricantes de autopartes originales para el mercado de reposición. Por el contrario, la

adopción de nuevas tecnologías no es un requisito para la producción y comercialización de los productos del resto de los proveedores automotrices.

El grado de TD difiere entre empresas y áreas funcionales. Mientras las terminales y las firmas del primer anillo se caracterizan por un alto grado de TD, las demás empresas que componen la cadena de valor muestran un menor avance en el proceso de TD. Con relación a las áreas funcionales, existe un fuerte sesgo hacia la producción, aunque observamos también aplicaciones interesantes en comercialización.

Para avanzar en TD las empresas requieren tecnologías de base y recursos humanos formados en competencias digitales. Existe un conjunto de competencias tecnológicas de base, necesarias para transitar exitosamente el camino de la TD. Aquellas empresas que implementan sistemas de mejora continua y cuentan con recursos humanos formados en competencias digitales capaces de manejar las nuevas tecnologías, avanzan más rápidamente en el proceso de TD.

Existen espacios de oportunidad para avanzar en la vinculación de las actividades de *software* con el autopartismo. Argentina posee un sector de *software* y servicios informáticos (SSI) muy desarrollado y con un desempeño destacado durante las últimas décadas que podría favorecer e impulsar la TD en la industria automotriz. Se podría agregar valor por ejemplo en sensorización y conectividad de procesos y productos. Adicionalmente y en virtud de la competencia permanente por oportunidades de negocios en el mercado regional, donde Brasil impone sus condiciones por escala y competitividad, Argentina podría contar con un elemento diferencial –dado el potencial del sector de SSI en términos comparativos– en la carrera por consolidar a su sector autopartista.

El entorno institucional juega un rol muy importante, aunque su impacto directo en los procesos de TD en el caso argentino es aún acotado. Las entidades más representativas de la industria automotriz ejercen roles gremiales cuya agenda supera las necesidades de la TD. Las políticas públicas de carácter horizontal suelen tener buen impacto, suelen tener buen impacto, aunque requieren una mayor difusión entre las empresas autopartistas, sobre todo entre aquellas con mayores necesidades de asistencia económica y técnica. Es importante, además,

alcanzar una mayor coordinación interinstitucional entre el sector privado y el público.

VI.1. Propuestas y recomendaciones de política

La industria automotriz argentina ha acumulado importantes capacidades –tangibles e intangibles–, y necesitará prepararse para insertarse exitosamente en un mundo liderado por las nuevas tecnologías. Entendemos que el diseño de una política de TD para el sector automotriz tiene al menos tres desafíos centrales. Primero, debe contemplar la diversidad de necesidades tecnológicas de las distintas empresas. Segundo, debe incluir de forma activa a los distintos actores privados –representados en cámaras y sindicatos– y públicos –instituciones técnicas, universidades y estamentos del Estado–, tanto en el diseño como en la ejecución de la política. Y tercero, es fundamental fortalecer territorialmente las acciones propuestas, dado que actualmente el entramado institucional de apoyo no necesariamente tiene la estructura y la experiencia necesarias para brindar servicios en temas de vanguardia como la TD.

Proponemos un conjunto de acciones organizadas en siete ejes:

1. De arriba hacia abajo en la cadena de valor (“desde la demanda”).

Dado el rol relevante de las terminales, sería deseable trabajar con éstas y de manera integral sobre la cadena de valor para avanzar en el proceso de TD. Las acciones podrían orientarse a incrementar el rol que cumplen las terminales en la identificación y difusión de las tecnologías, y en su acompañamiento y financiación del proceso de TD de sus proveedores.

2. Vinculación y transferencia tecnológica. Dado que existe un requerimiento de las empresas de contar con apoyo profesional y/o de consultores especializados, en particular en el segundo anillo y en los proveedores del mercado de reposición, resulta deseable implementar medidas que incrementen la difusión de las tecnologías más relevantes, y que permitan también efectuar diagnósticos y planes de TD individuales a cada empresa.

3. Recursos humanos para la TD. La formación tiene que orientarse a generar nuevos trabajadores para empleos de mayor calificación por un lado y, por el otro al *upskilling* y *reskilling* de los trabajadores actuales del sector. Es decir, formar nuevos recursos humanos en las tecnologías del

futuro y mejorar la competitividad de los trabajadores empleados actualmente en la industria. Las acciones deben incluir el relevamiento de competencias necesarias para avanzar en los procesos de TD, el desarrollo de trayectos formativos, y la modernización de convenios laborales para hacerlos acordes a las nuevas tecnologías. La formación de recursos humanos es un aspecto determinante para sostener y potenciar al sector automotriz.

4. Proveedores tecnológicos y de SSI. El objetivo de largo alcance es desarrollar un sector proveedor de tecnología para el sector automotriz, que pueda atender a las necesidades de las empresas nacionales e incluso exportar. Las medidas podrían incluir la generación de un programa específico para el desarrollo de proveedores tecnológicos, con énfasis en SSI, para la industria automotriz y la creación de un banco de proveedores para mejorar la disponibilidad de información sobre proveedores locales de tecnología.

5. Consolidación del entorno institucional. Sería recomendable realizar acciones sistemáticas de intercambio de experiencias entre empresarios y generar espacios para identificar y adoptar nuevas tecnologías entre empresas que ofrecen un mismo bien o servicio.

6. Generación de conocimiento. Una agenda de mediano plazo es la promoción de la investigación científica y académica en tecnología automotriz que tiene una gran relevancia para sortear obstáculos como la falta de financiamiento o de escala. Las medidas podrían incluir el fortalecimiento de los centros de servicios tecnológicos de las instituciones sectoriales existentes, y el desarrollo de líneas específicas de investigación y/o becas doctorales en temas de vanguardia tecnológica para el sector que permitan generar y consolidar nichos de alto valor agregado industrial.

7. Financiamiento de la TD. Es necesario que las acciones incluyan el desarrollo de mecanismos de financiamiento para que las PyMEs autopartistas incorporen nuevas tecnologías y logren una asimilación exitosa de las mismas.

Referencias bibliográficas

- Amorim, R. M., Silva Luft, M. C. M., Matos Junior, J. E., & da Silva, M. R. d. S. (2020). Agenda Brasileira para a Indústria 4.0: Avaliação do Estágio de Execução das Medidas Propostas. *Revista FSA*, 17(8), art. 2, 20-47.
- Arcidiacono, F., Ancarani, A., Di Mauro, C., & Schupp, F. (2019). Where the rubber meets the road. Industry 4.0 among SMEs in the automotive sector. *IEEE Engineering Management Review*, 47(4), 86-93.
- Baba, D. M., Mohd Yusof, S. R., Azhari, & Salleh, M. (2006). A benchmarking implementation framework for automotive manufacturing SMEs. *Benchmarking: An International Journal*, 13(4), 396-430.
- Barletta, F., Kataishi, R., & Yoguiel, G. (2015). La trama automotriz argentina: dinámica reciente, capacidades tecnológicas y conducta innovativa. En: Stumpo, G. & Rivas, D. (comp): La Industria Automotriz argentina frente a los nuevos desafíos y oportunidades del siglo XXI. Buenos Aires: CEPAL.
- Baruj, G., Dulcich, F., Porta, F., & Ubogu, M. (2021). La transición hacia la electromovilidad. Panorama general y perspectivas para la industria argentina. Documentos de Trabajo del CCE N° 5, abril de 2021, Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). Industria 4.0: Fabricando el Futuro. Unión Industrial Argentina. BID-INTAL.
- Bhatia, M. S. & Kumar, S. (2020). Critical success factors of Industry 4.0 in automotive manufacturing industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(5), 2439-2453.
- Canal Once (23 de septiembre de 2019). Diálogos Fin de Semana - Tecnología 4.0 aplicada a la industria automotriz (21/09/2019). Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=I8V1N_pO98w&ab_channel=CanalOnce.
- Cantarella, J., Katz, L., & de Guzmán, G. (2008). La Industria automotriz argentina: Limitantes a la integración local de autocomponentes. Documento de trabajo 01/2008. Buenos Aires: LITTEC, UNGS.
- Cimoli, M., Dosi, G., & Stiglitz, J. E. (2008). The Political Economy of Capabilities Accumulation: The Past and Future of Policies for Industrial Development. Preface (No. 2008/15). LEM Working Paper Series.
- Civetta, A., Mauro, L., y Graña, F. (2020). Capacidades tecnológicas en el sector automotriz argentino: ¿puede el segmento de pick ups liderar el crecimiento? *PyMEs, Innovación y Desarrollo*, 8(3), 41-65.
- Corwin, S., Vitale, J., Kelly, E., & Cathles, E. (2015). El futuro de la movilidad: Cómo la tecnología del transporte y las tendencias sociales están creando un nuevo ecosistema de negocios. Deloitte University Press.
- Dai, Q., Zhong, R., Huang, G. Q., Qu, T., Zhang, T., & Luo, T. Y. (2012). Radio frequency identification-enabled real-time manufacturing execution system: a case study in an automotive part manufacturer. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 25(1), 51-65.
-

- Drahokoupil, J. (ed). (2020). The challenge of digital transformation in the automotive industry: jobs, upgrading and the prospects for development. Brussels: ETUI European Trade Union Institute.
- European Commission. (2017a). Italy: "Industria 4.0". Digital Transformation Monitor. Agosto de 2017. Disponible en: https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-06/DTM_Industria4.0_IT%20v2wm.pdf
- (2017b). Germany: Industrie 4.0. Digital Transformation Monitor. Enero de 2017. Disponible en: https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-6/DTM_Industrie%204.0_DE.pdf
- (2017c). France: Industrie du Futur. Digital Transformation Monitor. Enero de 2017. Disponible en: https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-6/DTM_Industrie%20du%20Futur_FR%20v1.pdf
- European Court of Auditors (2019). Digitising European industry. Audit preview. Agosto de 2019. Disponible en: https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/ap19_13/ap__digitising_industry_en.pdf
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of international political economy*, 12(1), 78-104.
- Giuliani, E., Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (2005). Upgrading in global value chains: lessons from Latin American clusters. *World development*, 33(4), 549-573.
- Hernández Sampieri, R. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.
- Humprey, J. & Schmitz, H. (2000). Las empresas de los países en vías de desarrollo en la economía mundial: poder y mejora de las cadenas globales de valor. Buenos Aires: INTI.
- Imec (29 de marzo de 2017). Audi Brussels Introduces Cobot Walt, a New Generation of Robot, in its Production Line. Press release. Disponible en: <https://www.imec-int.com/en/articles/audi-brussels-introduces-cobot-walt-a-new-generation-of-robot-in-its-production-line>
- Info PLC (19 de diciembre de 2016). La industria automovilística alemana introduce robots colaborativos. Disponible en: <https://www.infoplac.net/actualidad-industrial/item/103817-industria-automovilistica-alemana-robots-colaborativos>
- International Robotics Federation (2021). Executive Summary. World Robotics 2021 Industrial Robots.
- Kosacoff, B. (2 de agosto de 2021). Industria 4.0: Paradigmas tecnoproductivos y desarrollo económico. Ciclo de Conferencias sobre Futuros Emergentes. Universidad Torcuato Di Tella.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242.
- Lavarello, P. & Sarabia, M. (2015). La política industrial en la Argentina durante la década de 2000. Serie Estudios y Perspectiva No 45. Buenos Aires, Argentina: CEPA.
-

- Lundvall, B. A. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. En: B. A. Lundvall. *The learning economy and the economics of hope*. Anthem Press: London, UK.
- McKinsey Center for Future Mobility (2021). *Rewiring car electronics and software architecture for the Roaring 2020s*. McKinsey & Company.
- Ministerio de Economía de la Nación (2021). *Informes de Cadenas de Valor: Ficha sectorial Automotriz y Autopartes*. Ministerio de Economía de la Nación. Año 6 - N° 56 – Julio 2021. ISSN 2525-0221.
- Motta, J., Morero, H., & Ascúa, R. (2019). *Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/93), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.
- Moya, D., Grasso, F., Kossacoff, S., & Peirano, M. (2012). Cuadro de situación tecnológica, complejo productivo: automotriz. En: CIECTI, Trabajo N° 2, *Análisis Tecnológico Sectorial*.
- Otonicar, S. L. C., Valentim, M. L. P., & Mosconi, E. (2019). Políticas públicas aplicadas à indústria 4.0: estudo comparativo entre o Brasil e o Canadá com foco na competência em informação. *Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação*, 12(2), 558-584.
- Panigo, D., Gárriz, A., Lavarello, P., & Schorr, M. (coords.). (2017). *La encrucijada del autopartismo en América Latina*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: APEL.
- Papulová, Z., Gažová, A., & Šufliarský, L. (2022). Implementation of Automation Technologies of Industry 4.0 in Automotive Manufacturing Companies. *Procedia Computer Science*, 200, 1488-1497.
- Peres & Primi (2009). *Theory and Practice of Industrial Policy. Evidence from the Latin American Experience*. Serie Desarrollo Productivo No. 187. Santiago de Chile, Chile.
- Proff, H., Pottebaum, T., & Wolf, P. (2020). Software is transforming the automotive world: Four strategic options for pure-play software companies merging into the automotive lane. *Deloitte Insights*.
- Russo, M. (2019). *Digital transformation in the automotive supply chain: China, Germany, Italy and Japan in a comparative perspective*. DEMB Working Paper Series, N. 151. University of Modena and Reggio Emilia.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. DEBATE. World Economic Forum.
- SMATA, ADEFA, AFAC, ACARA, ADIMRA, UOM & IAE. (2020). *Plan Estratégico Automotor, propuesta para la sostenibilidad y el desarrollo. Acuerdo social y productivo para el sector automotor argentino. Visión común 2030*.
- Sonntag, M., Mehmman, J., & Teuteberg, F. (2021). Application of Industry 4.0 in the Automotive Sector. *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL) – 31 de septiembre 2021*, epubli. ISBN 978-3-754927-70-0.
- Sturgeon, T. (2002). Modular production networks: a new American model of industrial organization. *Industrial and corporate change*, 11(3), 451-496.