

Las tecnologías de la industria 4.0 en la provincia de Buenos Aires y algunas propuestas para promoverlas¹

Germán Herrera Bartis^I y Pablo Neira^{II}

Resumen

Este artículo analiza el grado de adopción de algunas de las tecnologías que definen el modelo de la industria 4.0 por parte de las empresas manufactureras de la provincia de Buenos Aires. Utilizando fuentes primarias, se presenta evidencia sobre la valoración y el uso de las tecnologías digitales y las prácticas organizacionales asociadas a ellas en distintos espacios de la gestión de las firmas industriales bonaerenses. Se discuten, finalmente, algunas orientaciones de política pública para impulsar las tecnologías 4.0 en el entramado productivo provincial.

Palabras clave: industria 4.0 - digitalización - tecnología - Buenos Aires.

Abstract

This article analyzes the degree of incorporation of several technologies of Industry 4.0 by manufacturing companies in the province of Buenos Aires. Using primary sources, the article provides evidence on how Buenos Aires industrial firms consider and utilize digital technology and related organizational practices in the management process. Finally, some policy recommendations are presented to promote technologies 4.0 in the provincial productive sector.

Keywords: industry 4.0 - digital technology - Buenos Aires.

¹ Una versión previa de este trabajo integró un informe técnico del Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI) para el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Buenos Aires en 2019. La colaboración de ambas instituciones fue determinante para acceder a las entrevistas y las bases de datos usadas en este artículo. En particular, los autores agradecen la ayuda de Fernando Porta, Federico Cetrángolo, Agustina Pereira, Gustavo Arber, y sus respectivos equipos de trabajo; asimismo, el artículo se vio enriquecido con los señalamientos realizados por dos revisores anónimos. Aplican las salvedades usuales en relación a los contenidos y las opiniones expresadas.

^I Economista y Doctor en Historia Económica. Docente e investigador de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). Correo electrónico: gherrerabartis@gmail.com

^{II} Economista (UBA). Correo electrónico: psneira@gmail.com

Introducción

Este escrito discute el alcance de algunas de las tecnologías y prácticas organizacionales asociadas al modelo de la industria 4.0 en el sector industrial de la provincia de Buenos Aires, el distrito de mayor relevancia productiva de la Argentina. Pese a la limitada información existente, el diagnóstico aquí elaborado se benefició a partir del análisis de dos fuentes novedosas de datos primarios y de una serie de entrevistas a referentes clave, lo que permitió evaluar la difusión de las tecnologías 4.0 en el tejido industrial bonaerense y sugerir algunas iniciativas de intervención para promoverlas.

En su sentido más amplio, el novedoso concepto de industria 4.0 refleja la transformación disruptiva que desde hace un tiempo está experimentando el sistema productivo a nivel global. Si bien es usualmente reconocido que muchas de las tecnologías comprendidas en el modelo de la industria 4.0 no son completamente nuevas, la adopción difundida y combinada de las mismas está conduciendo al sistema económico a una nueva fase de transformaciones tecnológicas, cuyos alcances finales –en el espacio productivo y en el de las relaciones sociales– son aún imposibles de establecer con exactitud.

El modelo industrial 4.0 está asociado a la intensificación extrema de la digitalización del sector productivo. Este proceso supone un salto en la adopción generalizada de distintos desarrollos y sistemas tecnológicos originados en los países industrializados en la segunda mitad del siglo XX y profundizados a partir de la década de 1980. La capacidad de integrar estas tecnologías de forma sistémica al proceso productivo –y a otros espacios de la gestión, incluyendo la administración de los recursos humanos y la vinculación con actores externos a la firma– es el elemento crítico de la metamorfosis productiva hacia el modelo de la industria 4.0.

La transformación en curso que supone la digitalización extrema de los procesos industriales ha sido posible gracias a la convergencia de tres ingredientes fundamentales: volúmenes enormes de datos aprovechables, un crecimiento sin precedentes en la capacidad de los sistemas informáticos para procesarlos y

un aumento formidable en la velocidad de la conectividad para transmitirlos. Esta combinación viabiliza modelos integrales de gestión de calidad y mejora continua, basados en la explotación de un gran volumen de información en tiempo real ejecutada por herramientas inteligentes asociadas a la línea de producción. Este grado de optimización de los procesos a partir del uso integrado de datos, sistemas inteligentes y bienes de capital automatizados resultaba inimaginable en fases tecnológicas precedentes.

Otra dimensión de los cambios involucrados concierne a la órbita laboral. Las prácticas organizacionales del modelo 4.0 suponen una participación plena de los trabajadores para inducir procesos de aprendizaje y mejora continua y para lograr una absorción adecuada de las nuevas tecnologías en juego. Lo anterior requiere una necesaria formación de los recursos humanos y un cambio en las estructuras organizacionales y las rutinas laborales vigentes a fin de optimizar la capacidad de gestión del conocimiento útil que circula al interior de la firma.

¿Cómo se manifiestan estas tendencias novedosas en la provincia de Buenos Aires? El análisis realizado permite adelantar algunos hechos estilizados. El primero es la virtual inexistencia de una adopción integral de las tecnologías y prácticas organizacionales del modelo de la industria 4.0 en ningún segmento de la matriz industrial bonaerense. Este hecho no es privativo de la provincia ni del país, en tanto la industria 4.0 representa una tendencia en curso –no un proceso consumado– a nivel global. El segundo es que si bien las tecnologías digitales son valoradas por la amplia mayoría de las empresas, no existe aún un reconocimiento claro de su potencialidad en el ámbito específico de la planificación, la gestión y el control del proceso productivo, sino que su uso aparece fundamentalmente asociado a la dimensión comercial y administrativo-contable de la empresa. Lo anterior se ve reflejado en una escasez de la utilización de software y dispositivos inteligentes para la automatización de los procesos de producción. El tercer hecho estilizado es que, junto al déficit en la adopción de tecnologías duras, se observan marcadas insuficiencias en varias de las prácticas

organizacionales necesarias para inducir el modelo 4.0, incluyendo la gestión del conocimiento al interior de la empresa, la formación digital de sus trabajadores y las conductas de vinculación tecnológica con actores externos.

El artículo se organiza en tres secciones. La primera sección analiza algunos aspectos del debate teórico que subyace al concepto de industria 4.0 y el alcance

de dicho término novedoso. En la segunda, se enmarca la situación de la provincia de Buenos Aires en el contexto regional y nacional y se discuten los resultados obtenidos del examen realizado. La tercera y última sección ofrece algunas sugerencias de política para impulsar las tecnologías y las prácticas organizacionales de la industria 4.0 en el territorio bonaerense. Finalmente, se ofrecen dos anexos con información estadística relevante.

1. ¿De qué hablamos cuando hablamos de industria 4.0?

1.1 Desarrollo, cambio tecnológico y paradigmas tecnoeconómicos

El interés por los lazos que vinculan al cambio tecnológico con el desarrollo económico se remonta, cuanto menos, a la obra fundante de Smith (1977 [1776]) y ha tenido en Schumpeter (v.gr. 1997 [1911]; 2005 [1939]) a uno de sus principales referentes.

En las últimas décadas, ha sido justamente la corriente neoschumpeteriana o evolucionista la que más profundamente analizó el proceso de cambio tecnológico y su impacto sobre el entramado productivo y social. Un aporte significativo de esta corriente es haber introducido y desarrollado la noción de paradigma tecnológico o tecnoeconómico (Dosi, 1982; Pérez, 1985; 2001; 2010; Cimoli y Dosi, 1995).² Para la visión evolucionista, un paradigma tecnológico no define solamente las relaciones tecno-organizacionales vigentes al interior de la empresa, sino que sus efectos se derraman sobre un espectro más amplio de las relaciones sociales vigentes:

Un paradigma [tecnológico-organizacional] puede ser considerado una lógica colectiva compartida donde convergen el potencial tecnológico, los costos relativos, la aceptación del mercado y fundamentalmente las cuestiones organizacionales e institucionales. Es decir, su influencia se extiende desde el ámbito

empresarial hasta las instituciones y la sociedad, de modo que, a medida que avanza su adopción, se convierte en el sentido común compartido para la toma de decisiones” (Brixner, Isaak, Mochi, Ozono y Yoguél, 2019, p.17).

La determinación de qué constituye una revolución tecnológica lo suficientemente profunda como para desbancar al paradigma tecnoeconómico vigente guarda, bajo esta interpretación, no sólo una importancia de carácter teórico o definicional sino que conlleva repercusiones concretas para las economías atrasadas. Al reducir los efectos inerciales del *pathdependency* y los costos de aprendizaje, el advenimiento de un nuevo paradigma favorecería la aparición de “ventanas de oportunidad” para las estrategias de *catching up* de los seguidores tardíos (Pérez y Soete, 1988; Pérez, 2001).

En este marco, algunos análisis sobre la industria 4.0 no suscriben la tipificación del fenómeno como un nuevo paradigma tecnoeconómico sino que lo entienden como una fase de intensificación y difusión generalizada de las tecnologías presentes en el paradigma TIC (Brixner *et al.*, 2019). A los fines de nuestro trabajo esta distinción resulta relevante en tanto conduce a enfatizar el rol ineludible del Estado

² Vale remarcar que la analogía con el concepto de “paradigma científico” de Khun (1962) es explícita en el trabajo seminal de Dosi (1982).

y las políticas públicas para promover la difusión, incorporación y asimilación de las tecnologías en juego, desafío que supone una actuación coordinada entre diversos organismos públicos, instituciones

del entorno científico y tecnológico y el sector empresarial (*ibid.*, p.60). Volveremos sobre este punto, en relación al caso que aquí nos ocupa, en la sección final de este escrito.

1.2 Componentes distintivos de la industria 4.0

El término “industria 4.0” surge en Alemania hace aproximadamente una década (Pfeiffer, 2017; Rojko, 2017). Una forma habitual de definir este concepto novedoso es caracterizarlo como la digitalización extrema del sector manufacturero. Otra figura definicional útil es la de “integración total” entre los procesos comerciales y de fabricación, y también entre los actores que integran la cadena de valor de la empresa (Rojko, 2017).

Las tecnologías que se pueden definir como componentes de la transformación 4.0 tienen su origen en distintos momentos. La inteligencia artificial, el control numérico y el diseño de *software*, por ejemplo, surgen en los años 1950, mientras que los robots autónomos datan de la década de 1970. Otros sistemas tecnológicos son más contemporáneos, como el *Internet de las cosas* (década de 1990), el *big data* (principios de los 2000) o la llamada *blockchain* o cadena de bloques de datos (fines de los 2000). Así, pese a la existencia previa de algunas de estas tecnologías, lo que permite trazar la línea de partida del modelo de la industria 4.0 es la difusión de su uso articulado, lo que conduce a transformaciones disruptivas en materia productiva.

Si bien la incorporación masiva de sistemas informáticos y herramientas inteligentes encuentra sus raíces en el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) de la llamada Tercera Revolución Industrial, es indudable que dichas tecnologías en las últimas décadas se han ido difundiendo, abaratando y adaptando a diversos usos. Actualmente, los sistemas tecnológicos que conforman el modelo industrial 4.0 se pueden agrupar en tres grandes espacios, a pesar de que los límites entre ellos son difusos dado que la integración de tecnologías es una de las características distintivas del modelo.

En primer lugar, se pueden identificar las tecnologías de registro, almacenamiento, análisis y procesamiento de datos computarizados a gran escala. La aceleración y complejización de la capacidad de procesamiento, junto a la generación masiva de datos útiles a partir de la generalización de los registros digitales, permiten ejecutar un análisis de los mismos a gran escala y en tiempo real. Este fenómeno, resumido en el concepto de *big data*, cobra un rol fundamental en la toma de decisiones de las empresas que se posicionan como líderes tecnológicos, tanto en lo relativo a la línea de producción como en materia de planificación comercial y otros espacios de gestión. A su vez, a través de la inteligencia artificial y el *machine learning*, las potencialidades del *big data* pueden ser explotadas por los propios sistemas utilizados en la producción, lo que establece un proceso autónomo de aprendizaje y posibilita una creciente optimización de los procesos. La explotación de los datos se realiza en la *nube*, es decir que éstos se almacenan y procesan a partir de servicios informáticos en línea, lo que permite optimizar la conectividad –entre equipos físicos y de recursos humanos– ubicados en cualquier punto del mundo en el que una empresa opere. La información se vuelve así un recurso económico crítico para las empresas.

En segundo término, las tecnologías 4.0 incluyen máquinas y herramientas inteligentes y flexibles con capacidades autónomas para procesar información y tomar decisiones. Por eso uno de los rasgos característicos de la industria 4.0 es la integración virtual de diferentes sistemas ciberfísicos a partir del uso de *Internet*. El denominado *Internet de las cosas* (IoT, por sus siglas en inglés) y el *Internet industrial de las cosas* (IIoT) constituyen tecnologías esenciales del modelo 4.0 en tanto posibilitan la comunicación directa de las máquinas entre sí mismas, de éstas con las personas y también con los

bienes finales elaborados, lo que en combinación con el *big data* permite la fabricación de productos inteligentes que comuniquen a los consumidores con los productores. Asimismo, el *IIoT* induce un salto de conectividad dentro de las organizaciones, permitiendo la generación y uso de datos respecto al desempeño de los bienes de capital, sus potenciales fallas o necesidades de mantenimiento y sus estándares de productividad en tiempo real. Así, se optimiza la toma de decisiones al interior de la fábrica, permitiendo reducir –y en el límite eliminar– toda contingencia negativa del proceso productivo (incluyendo tiempos muertos y paradas no programadas) y, a la vez, preservar la seguridad industrial con un monitoreo en tiempo real del funcionamiento de la planta.

En tercer lugar, la dimensión espacial de la órbita productiva también se ve revolucionada con las tecnologías 4.0. La digitalización permite simular la realidad a partir de representaciones de entornos virtuales, lo que posibilita pensar el funcionamiento y la configuración de las plantas productivas en su conjunto y mejorar el layout industrial de forma digital. A la vez, la realidad aumentada permite complementar el espacio de lo tangible con la proyección digital para facilitar el diseño de nuevos productos y la organización de los procesos industriales. En este sentido, la digitalización facilita y abarata la toma de decisiones.

2. El alcance de la industria 4.0 en la provincia de Buenos Aires

2.1 Una referencia breve al contexto nacional

Si bien el modelo 4.0 no está aun plenamente implementado en ninguna economía (Qin, Liua y Grosvenor, 2016), la penetración de sus componentes en los países en desarrollo es mucho más limitada –y su adopción entre las empresas mucho más heterogénea– que en las economías avanzadas. La explotación efectiva de las tecnologías involucradas en la industria 4.0 no dependen sólo de una decisión individual por parte de las empresas, sino que demandan la presencia de ciertas capacidades sistémicas en la economía. Estas capacidades comprenden la existencia de umbrales adecuados de infraestructura física y digital, un ecosistema productivo-tecnológico que posibilite y estimule la vinculación interorganizacional, y entornos macroeconómicos relativamente estables.

Recientemente han comenzado a surgir estudios sobre la adopción efectiva de las tecnologías de la industria 4.0. Resulta significativo referir al respecto los principales resultados de un trabajo interinstitucional que se propuso determinar el alcance de

la adopción de estas tecnologías en el sector manufacturero argentino (UIA, CIPPEC, BID e INTAL, 2019). Un primer elemento significativo revelado por este estudio es que el grado de difusión de las tecnologías 4.0 en la industria argentina es todavía muy bajo (las utilizan menos del 10% de las firmas encuestadas y ni siquiera ese porcentaje de empresas lo hace de forma integrada); un segundo punto relevante y complementario del anterior es que en la mayoría de las empresas predominan las tecnologías digitales de primera y segunda generación; y un tercer aspecto llamativo –y preocupante– es que más del 60% de las firmas consultadas dice no estar tomando ninguna acción tendiente a incorporar tecnologías 4.0 (*ibid.*, p. 27 y ss.). Otra encuesta reciente identificó tendencias similares sobre el alcance de las tecnologías 4.0 en la matriz productiva argentina y encontró que dos de cada tres empresarios se manifestaba reactivo a invertir en ellas por la incertidumbre derivada de un entorno de alta volatilidad económica (BCG, 2018).

Vale la pena remarcar que el alcance parcial y fragmentado de la digitalización en la órbita productiva de la Argentina se enmarca en un contexto negativo más amplio caracterizado por una escasa inversión

innovativa realizada en el ámbito empresarial, incluso en relación a lo que sucede en otros países emergentes.³

2.2 Origen y características de los datos utilizados

El presente trabajo utilizó diferentes fuentes de información primaria. Por un lado, se accedió a un conjunto de microdatos de empresas bonaerenses anonimizados provenientes de dos operativos estadísticos con información referida a la adopción de algunas tecnologías y rutinas de tipo organizacional que componen el modelo 4.0: i) la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación, realizada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Argentina, la cual relevó información para el bienio 2010-2012 (en adelante, ENDEI); y ii) el Programa “Clínica Tecnológica”, un relevamiento de diagnóstico y vinculación tecnológica del ex Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Buenos Aires

con información referida al período 2017-2019 (en adelante, ClinTEC). El panel de la ENDEI incluyó 1202 empresas industriales ubicadas en la provincia de Buenos Aires (985 PyMEs y 217 grandes); el de la ClinTEC fue de 495 empresas industriales (en su totalidad PyMEs).⁴

Asimismo, durante el segundo semestre de 2019 se llevaron a cabo múltiples entrevistas con actores relevantes, como la Cámara Argentina de Software y Servicios Informáticos (CESSI) y diversos representantes de los polos provinciales IT de las ciudades de La Plata, Mar del Plata y Tandil (universidades locales, cámaras sectoriales regionales y funcionarios públicos).

2.3 Valoración y uso de las tecnologías digitales⁵

La densidad del entramado industrial existente en la provincia de Buenos Aires no registra paralelismo en ninguna otra jurisdicción nacional. En la provincia se encuentran localizadas unas 26 mil industrias, lo que representa cerca de la mitad de las existentes en la Argentina. La escala productiva y las capacidades tecnológicas de estas empresas son fuertemente dispares y no sólo varían según el rubro de actividad considerado sino que se muestran desiguales al interior de cada sector, lo que da lugar a una trama productiva heterogénea que enfrenta obstáculos diferentes.

A pesar de lo anterior, se pueden distinguir algunas tendencias generales en cuanto a la valoración de las tecnologías digitales y las barreras que limitan su adopción. En primer término, el grueso de las empresas bonaerenses reconoce la relevancia de las TICs y otras tecnologías digitales para mejorar la gestión. En segundo término –pese a lo anterior– tan sólo un núcleo minoritario distingue de forma clara el potencial que supone la adopción integral de las diversas tecnologías 4.0 y los riesgos asociados a no hacerlo. En tercer lugar, la mayoría

³ Por caso, de acuerdo a la información oficial compilada por la Unesco, en la Argentina tan sólo una quinta parte de la inversión total en I+D realizada en 2017 tuvo lugar en el ámbito de las empresas, mientras que dicha proporción se ubicaba por encima del 50% en el promedio de los países emergentes y alcanzaba extremos superiores al 70% en países como Tailandia o Hungría.

⁴ Ninguno de los dos operativos mencionados contaba con representatividad muestral para el espacio de la provincia, por lo que los resultados alcanzados deben ser interpretados como información proveniente de paneles de empresas ubicadas en territorio bonaerense. Es por ello que se decidió no realizar ningún tipo de corte analítico de naturaleza geográfica (conurbano versus interior de la provincia) ni sectorial, pese a que ambos paneles contaban con empresas de todas las divisiones de la CIU.

⁵ A partir de esta subsección y hasta el final del documento todas las referencias cuantitativas están referidas a la información que surge de los paneles de empresas industriales ubicadas en el territorio de la provincia de Buenos Aires.

de las empresas manifiestan restricciones de financiamiento y organizacionales que dificultan su digitalización.

La información consultada revela que casi ocho de cada diez PyMEs industriales de la provincia consideran que las TICs y otras soluciones de transformación digital son importantes o determinantes para la competitividad de la empresa, mientras que tres de cada cuatro reconoce la importancia de los canales digitales de comercialización para el desarrollo futuro de la firma (ClinTEC). Sin embargo, cuando se indaga sobre la relevancia de las tecnologías digitales en el espacio específico de la gestión y el control del proceso productivo los resultados son muy diferentes: casi la mitad de las empresas consideró que la potencialidad de las soluciones digitales para mejorar el área de producción de la organización era nula o escasa (*ibid*). Como se verá más adelante, estos resultados se condicen con los desiguales grados de penetración del *software* y el nivel de formación digital de los trabajadores según el área de gestión intraorganizacional considerada.

2.4 Utilización de *software* y sensores inteligentes

En lo relativo al *software*, la evidencia disponible revela que su utilización para la gestión y planificación de la producción entre las empresas industriales de la provincia de Buenos Aires es infrecuente y que los registros estadísticos –en las pocas firmas que los producen– se gestionan mayormente de forma manual, factores que limitan la posibilidad de avanzar en la automatización inteligente y beneficiarse de la circulación fluida de información útil al interior de la empresa.

En general, el empleo de *software* en las industrias bonaerenses se reduce a la implementación de sistemas enlatados para tareas de tipo administrativo-contables y, en menor medida, para la gestión de pedidos e inventarios. Sin embargo, aún este uso limitado exhibe una fuerte asimetría de acuerdo al tamaño de las firmas. De acuerdo a la ENDEI, en el bienio 2010-2012 utilizaban *software* con estos propósitos casi la totalidad de las grandes empresas, el 82% de las firmas medianas y el 55% de las pequeñas.

Cuando se consulta a las empresas sobre las causas que limitan la adopción de soluciones digitales, el 56% menciona razones vinculadas a su elevado costo y/o a la dificultad de acceso al financiamiento, mientras que un tercio sostiene que carece de personal calificado para su implementación (*ibid*). Es interesante observar que cuando, varios años antes, se indagó sobre las barreras que dificultaban la innovación, casi el 60% de las empresas provinciales identificaron estas mismas dos causas (ENDEI).

Como es obvio, las restricciones mencionadas afectan particularmente a las empresas de menor tamaño. Además de las mayores restricciones de acceso al financiamiento, la organización “micro” de las PyMEs suele obstaculizar la adopción de soluciones digitales, en tanto muchas de ellas no cuentan con un área y recursos humanos exclusivamente dedicados a los sistemas informáticos. Así, pese a la mayor flexibilidad potencial que brindan las nuevas tecnologías, el superar una cierta escala mínima eficiente continua siendo un principio básico de supervivencia y desarrollo empresarial.

Según la ClinTEC, en el período 2017-2019 el 61% de las PyMEs provinciales contaba con *software* administrativo-contable, el 25% carecía de él pero decía necesitarlo, mientras que el 14% restante no lo utilizaba ni deseaba hacerlo debido a la exigua escala de sus operaciones.

Como se dijo en la sección 2, la aplicación de *software* al proceso productivo –incluyendo la planificación de las operaciones y el control estadístico de procesos– es una dimensión crítica del modelo 4.0. Es allí donde se observan las mayores deficiencias en la informatización de las industrias de la provincia, especialmente en el segmento de las PyMEs. En 2010-2012, solo el 36% de las industrias pequeñas y el 56% de las medianas tenían informatizada –al menos parcialmente– su principal actividad productiva (ENDEI). Tres de cada cuatro industrias de tamaño mediano y nueve de cada diez de tamaño pequeño no planificaban su producción a través de *software*; y sólo un 16% de las industrias medianas y un 10% de

las industrias pequeñas realizaba un control estadístico de sus procesos productivos con herramientas informáticas (*ibid*).

En años más recientes el panorama no había sufrido grandes transformaciones. Casi dos tercios de las PyMEs relevadas no utilizaban en 2017-2019 *software* para gestionar su principal actividad productiva (ClinTEC). Y aún más limitado resultaba el empleo de *software* para otros aspectos tecnológicos esenciales del modelo 4.0, como la planificación inteligente, la trazabilidad y los controles de calidad de los productos, y la evaluación estadística de procesos. De acuerdo a la información consultada, la mayoría de las PyMEs industriales bonaerenses llevan adelante ciertas rutinas de control en estas dimensiones, pero lo hacen sin la asistencia de *software* específico, un limitante evidente para avanzar hacia prácticas de frontera tecnológica. La carencia de *software* alcanzaba el 79% en relación a la trazabilidad de las materias primas; el 86% cuando se indagó sobre la gestión de control de calidad de la producción; y hasta un máximo del 97% en lo relativo al mantenimiento de plantas y equipos (dentro de este último porcentaje,

además, una proporción mayoritaria de empresas declaró que tampoco estaba en los planes la idea de incorporar *software* a futuro). Al analizar las relaciones productivas interfirma se encuentra que, cuando éstas existen, suelen apoyarse en métodos y registros manuales, mientras que apenas un 8% de las industrias consultadas usaba *software* para la integración de sus procesos con proveedores y clientes (*ibid*).

Finalmente, debe advertirse que el parque informático de las PyMEs manufactureras provinciales se encuentra parcial o fuertemente desactualizado en más de un tercio de las empresas analizadas (ClinTEC), un factor que limita las posibilidades de incorporar sensores o utilizar *IIOT* para automatizar y controlar procesos de producción. De acuerdo a la ClinTEC, sólo un 23% de las PyMEs industriales declaró estar usando *IIOT* o sensores inteligentes para el control de procesos y automatización en planta o vigilancia de maquinaria; un 28% de las empresas sostuvo que no los estaban usando actualmente pero que estaba en los planes hacerlo; y –de forma preocupante– casi una de cada dos PyMEs industriales sostuvo que ni los estaba utilizando ni planeaba hacerlo.

2.5 Gestión intraorganizacional del conocimiento y capacitación digital

El camino hacia el modelo 4.0 no implica solamente transformaciones en el capital físico y en las tecnologías duras de la firma, sino que también se requiere una inversión en capital humano para que las nuevas tecnologías puedan ser absorbidas y adaptadas a cada empresa. Por ello, un factor clave es la “capacitación digital” de los trabajadores. El escenario bonaerense presenta al respecto dos rasgos estilizados. El primero, de nuevo, nos conduce a trazar una distinción según el tamaño de las empresas: la capacitación digital es habitual en las empresas de mayor tamaño y escasa en el grueso de las PyMEs. El segundo se refiere a que –en todos los estratos de tamaño– se prioriza la formación digital del personal abocado a las tareas de administración en desmedro de quienes trabajan en la línea de producción, lo cual –como se dijo– se refleja en los desiguales niveles de incorporación de *software* en los distintos espacios organizacionales de las empresas.

La capacitación digital de los recursos humanos no debe ser interpretada como un flujo unidireccional de conocimiento en el que los trabajadores adoptan un rol de receptores pasivos. Por el contrario, una característica distintiva del modelo 4.0 es el involucramiento activo de los trabajadores para inducir procesos de mejora continua, estimular los saberes intangibles (*know-how*) de la empresa y promover las ganancias de productividad derivadas del *learning by doing*. En el modelo tecnológico 4.0, la gestión del conocimiento en cada una de sus etapas (generación de nueva información útil, almacenamiento y reutilización) es asistida por herramientas inteligentes, un punto en el que el tejido industrial bonaerense presenta una limitación significativa.

La ENDEI relevó con detalle el alcance de diferentes rutinas de gestión del conocimiento en el bienio 2010-2012. En primer término, se observa que las prácticas organizacionales blandas en relación a la gestión del

conocimiento exhiben una cierta difusión al interior de las empresas industriales bonaerenses, incluso en el segmento de las PyMEs. Cerca de la mitad de las firmas pequeñas y medianas consultadas dijo promover el desarrollo de procesos de mejora continua entre sus trabajadores; una proporción similar dijo realizar encuentros periódicos de intercambio colaborativo para analizar mejoras en las forma de realizar las tareas; y un porcentaje equivalente sostuvo que existían canales de comunicación para que los empleados contacten a expertos internos y externos a la organización para recabar información. Esperablemente, en el caso de las empresas más grandes, la proporción de firmas que declara contar con este tipo de prácticas crece hasta ubicarse en un rango próximo al 65% y 75%.

Sin embargo, la existencia de rutinas más formales para gestionar la creación, codificación y circulación de conocimientos novedosos para la firma era mucho menor. Por caso, sólo el 38% de las PyMEs (el 64% en el caso de las empresas grandes) contaba con manuales actualizados para documentar los cambios en los procedimientos de trabajo (ENDEI). Y menos de un 20% de las PyMEs (algo menos de la mitad de las grandes) elaboraba y circulaba informes con novedades relevantes de la empresa entre los empleados (*ibid.*). Finalmente, las tecnologías más modernas que integran el modelo 4.0 para gestionar el conocimiento de la organización –aquellas asociadas al uso de herramientas informáticas inteligentes– exhibían un muy escaso grado de penetración en el tejido industrial bonaerense. Más del 85% de las PyMEs no

tenía en 2010-2012 herramientas informáticas colaborativas para generar nuevo conocimiento útil y más del 80% no poseía sistemas expertos para codificar y almacenar experiencias novedosas en el ámbito del proceso productivo⁶. A la vez, menos de un tercio de las empresas grandes y solo seis de cada cien PyMEs contaba con herramientas inteligentes (como “almacenes de datos” o agentes inteligentes de diagnóstico) para la toma de decisiones (*ibid.*).

Si bien ofrecen menor detalle, los datos de la ClinTEC para el período 2017-2019 tienden a reproducir el diagnóstico anterior. Cuando se consultó a las PyMEs industriales de la provincia si existía en la empresa algún sistema de comunicación interna para gestionar la información y las ideas del personal, el 55% contestó que empleaba un sistema casual o informal, el 39% indicó que no contaba con ningún método para ello y sólo el 6% dijo poseer un método sistematizado.

Finalmente, el diagnóstico sobre el grado de capacitación digital de los trabajadores exhibe una fuerte disparidad de acuerdo al área de desempeño, lo que concuerda con lo discutido antes respecto a la utilización de *software*. En 2010-2012 el 60% de los recursos humanos dedicados a tareas de administración y ventas en las PyMEs industriales tenía un grado medio de formación digital y el 27% poseía un alto grado de formación; entre los trabajadores abocados a la línea de producción, en cambio, la proporción de quienes tenían un nivel bajo o nulo de formación digital ascendía al 47% (ClinTEC).

2.6 Rutinas de vinculación con el ecosistema tecnológico

La asimilación de las tecnologías que componen el modelo 4.0 no implica solamente un cambio de rutinas al interior de la empresa, sino que normalmente comprende también una transformación en las relaciones interactivas que ésta despliega. Así, un aspecto significativo de las capacidades tecnológicas e innovativas de una firma está relacionado a sus conductas de vinculación con otros actores del

ecosistema tecnológico en el que la organización se desenvuelve. El aprendizaje por interacción constituye un componente importante del desarrollo tecnológico y, por tanto, un mayor uso de los canales interactivos entre los agentes del sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) promueve y acelera la transferencia de conocimientos.

⁶ Un “sistema experto” es un *software* creado para reproducir el proceso secuencial de aprendizaje, razonamiento, decisión y acción de un experto humano. En la órbita de las tecnologías 4.0, y en particular en lo que hace a la inteligencia artificial, los sistemas expertos constituyen una pieza relevante.

Al respecto, el escenario bonaerense mostraba hacia el bienio 2010-2012 que el grado de vinculación de las grandes empresas era muy superior –entre dos y tres veces mayor, según el propósito de la interacción– que el manifestado por las PyMEs (ENDEI). La proporción de PyMEs industriales con una conducta de vinculación tecnológica efectiva nunca superó el 30% en ninguno de los posibles objetivos de vinculación considerados. En particular, resultaba sumamente baja la vinculación de las PyMEs en función de los objetivos tecnológicos más duros, como la realización de actividades de I+D (19%), diseño industrial o ingeniería (13%) e intercambio tecnológico (12%). Más de la mitad de las grandes empresas bonaerenses, en cambio, usaron canales de interacción con otros agentes CTI con fines de pruebas y ensayos (51%), mejora de productos y procesos (53%), capacitación (61%) y gestión de calidad (64%).

La información de la ENDEI también permite apreciar el muy limitado grado de vinculación de las industrias bonaerenses con el sector público nacional y/o provincial con fines tecnológicos, en especial –nuevamente– en lo referido a las PyMEs. La incidencia de la vinculación entre estas empresas y los organismos o programas estatales varió en un rango del 5% al 10%, dependiendo del objetivo de la

interacción considerado. En aquellos rubros tecnológicos más duros, la proporción de PyMEs vinculadas con instituciones o programas públicos fue aún menor y alcanzó un máximo del 4% con el objetivo de realizar I+D (ENDEI). En las industrias de mayor tamaño los vínculos con el sector público eran algo más intensos. Una de cada cuatro firmas grandes manifestó haber establecido un vínculo con universidades para realizar tareas de capacitación tecnológica de sus recursos humanos y una proporción similar lo hizo con instituciones públicas CTI con el objetivo de realizar pruebas y ensayos, mientras que el 12% de las grandes empresas estableció una vinculación con instituciones o programas públicos con el objetivo de realizar I+D (*ibid*).

La información más actualizada proveniente de la ClinTEC revela que las acciones de interacción con fines tecnológicos continúa siendo una excepción entre las PyMEs industriales de la provincia. Al ser consultadas sobre si se habían vinculado con alguna universidad en el período 2017-2019 sólo un 21% de las empresas respondió de forma afirmativa. El INTI, por su parte, fue identificado como sujeto de una vinculación efectiva por el 38% de las PyMEs industriales de la provincia, mientras que el resto de las instituciones CTI fue señalado por el 15% de las firmas.

3. Problemáticas comunes identificadas y espacios potenciales de intervención

Sobre la base del análisis realizado se esbozan aquí una serie de limitaciones comunes observadas entre las firmas industriales bonaerenses que ofrecen espacio para intervenir desde la política pública a fin de promover una mayor difusión del modelo 4.0.

Un primer obstáculo que atenta contra la adopción de las tecnologías 4.0 pasa por la inexistencia de una certidumbre empresarial generalizada respecto a las potencialidades que las mismas involucran y, a la vez, del riesgo que supone retrasar su incorporación a las empresas. Si bien esta situación no es privativa de la provincia de Buenos Aires ni tampoco de la Argentina, la histórica inestabilidad del

entorno macroeconómico doméstico introduce reticencias adicionales entre los empresarios frente a la conveniencia o factibilidad de invertir en este tipo de tecnologías (recuérdese que un reciente informe ya citado identificó que el 60% de los empresarios nacionales no estaba adoptando ninguna acción para incorporar tecnologías 4.0).

Frente a este escenario se considera necesario articular estrategias de intervención pública –junto a las distintas instancias de representación empresarial y las instituciones de la órbita CTI que pudieran colaborar en esta materia– a fin de promover activamente entre el empresariado industrial la

difusión de información sobre los principales aspectos que definen al modelo de la industria 4.0. La identificación de demandas tecnológicas manifiestas es importante pero no basta; es necesario asumir la existencia de una demanda potencial o latente, lo cual requiere trabajar en la divulgación de las prestaciones de las tecnologías 4.0 para mejorar los procesos de gestión y también sobre los riesgos asociados a su rechazo dada la irreversibilidad de las transformaciones tecnológicas, productivas y organizacionales involucradas. La estrategia de divulgación sugerida debería también contemplar la refutación del falso principio de “todo o nada” que muchas veces rodea al modelo industrial 4.0 (esto es, la supuesta necesidad de adoptar todas las tecnologías y prácticas organizacionales de frontera de forma simultánea) y reforzar, en cambio, que se debe avanzar de manera gradual. Finalmente, dado que los datos que hoy existen son fragmentarios, se sugiere fortalecer el alcance de los operativos estadísticos oficiales que relevan información sobre la difusión de las tecnologías 4.0 entre las empresas y las principales barreras para la adopción de las mismas.

En segundo término, se evidencia un marcado déficit en la utilización de *software* dentro del tejido industrial bonaerense. Como se vio, este déficit se acentúa particularmente cuando se trasciende el ámbito de la gestión administrativo-contable (o ciertos aspectos básicos de la gestión logística) y se analiza el espacio de la planificación, ejecución y control del proceso productivo. La adopción progresiva de *software* y sistemas inteligentes para transformar la actividad productiva es un componente crítico del modelo industrial 4.0. En este sentido, no solo resulta preocupante la limitada utilización actual de *software* dentro del tejido manufacturero provincial, sino también la escasa disposición a revertir esa conducta –o los impedimentos para hacerlo– que manifiesta una alta proporción de los empresarios consultados.

Surge así el desafío de diseñar un programa público dirigido a las empresas, en especial a las del segmento PyME, para incentivar la incorporación y el uso integral de *software*. La Argentina y la provincia de Buenos Aires en particular poseen un activo

relevante para avanzar en el desafío mencionado, en tanto existe una industria doméstica de *software* y servicios informáticos de probado dinamismo productivo. El territorio bonaerense cuenta con cinco polos IT (ubicados en La Plata, Bahía Blanca, Tandil, Mar del Plata y Junín) integrados por un total aproximado de 200 empresas de diferente tamaño. Estos polos exhiben una adecuada capacidad organizativa sectorial y han desarrollado lazos de vinculación con las universidades y los gobiernos locales (en La Plata, Tandil, Mar del Plata y Bahía Blanca los polos IT también están articulados con los Centros Científicos Tecnológicos locales que posee el Conicet en dichas localidades). Estas capacidades “de oferta” representan un punto de partida ventajoso frente a cualquier estrategia de política pública que busque inducir la difusión y uso de *software* en los diferentes espacios de la gestión productiva de las empresas.

En tercer lugar, de manera estrechamente vinculada con lo discutido en el punto previo, se advierte que los sensores y dispositivos inteligentes de monitoreo y control aplicados al proceso productivo presentan una escasa difusión entre las industrias de la provincia de Buenos Aires. Aun entre el reducido núcleo de empresas que –de acuerdo a la ENDEI– se autopercebían como líderes tecnológicos en sus ramas de actividad el uso de dispositivos inteligentes de monitoreo y control era limitado. La gestión de datos en tiempo real y su aplicación a los procesos productivos representa una transformación disruptiva del modelo 4.0. Los sensores inteligentes permiten generar diagnósticos (parámetros de datos) mucho más precisos que los sensores convencionales e intercambiarlos de forma automatizada con un controlador de procesos, lo que conlleva la minimización de desperdicios, desacoples, tiempos muertos y problemas de seguridad industrial.

Frente al déficit mencionado, resulta necesario contemplar iniciativas de política pública que impulsen la incorporación de sensores inteligentes en las empresas industriales y promuevan una estrategia de automatización *gradual y progresiva* de los procesos productivos. Como se dijo en lo relativo al *software*, este desafío requiere avanzar en un esfuerzo inicial de divulgación de las prestaciones

de estas herramientas y, al mismo tiempo, implica intensificar los mecanismos de vinculación entre el entramado productivo y las instituciones de la órbita CTI con capacidad de asistir y asesorar a las Cámaras sectoriales ya las empresas que lo requieran. Las capacidades del entorno CTI también resultan críticas para evaluar la posibilidad de avanzar en algunos desarrollos productivos domésticos en materia de dispositivos inteligentes.

En cuarto lugar se observa una heterogeneidad de conductas empresariales alrededor de la capacitación digital de los recursos humanos. Una minoría de industrias dinámicas se manifiesta consciente de la importancia de promover la formación digital en el marco de la transformación 4.0, pero la gran mayoría no realiza acciones sistemáticas en este sentido. Como se discutió antes, la capacitación digital constituye un factor clave para absorber la tecnología 4.0 en el entorno productivo específico de cada empresa.

Las capacidades existentes en la provincia de Buenos Aires ofrecen un amplio espacio para contribuir desde la política pública a la disminución del déficit descrito. Como se dijo antes, la existencia de cinco polos provinciales IT de buenos vínculos con el entorno CTI representa un activo relevante para proyectar acciones de intervención en materia de formación digital de los trabajadores fabriles bonaerenses. Como es evidente, estas acciones deberían estar directamente articuladas con las políticas de apoyo para reducir el déficit en la utilización de *software* que fueran discutidas previamente. Desde una perspectiva de más largo plazo, deberán concertarse acciones con las universidades y otras instituciones de formación para discutir los cambios necesarios en las experiencias educativas en distintas disciplinas, de tal forma que éstas contemplen una transición paulatina hacia la formación integral de “trabajadores 4.0”. Dicho desafío no se limita a

promover un conjunto estático de saberes digitales, sino que también comprende un mayor estímulo a la polivalencia funcional, el pensamiento lateral y la gestión del conocimiento adquirido en el espacio de trabajo, entre otras habilidades cognitivas y relacionales novedosas.

En quinto lugar, finalmente, el análisis realizado identificó problemas considerables en dos dimensiones organizacionales significativas para el desarrollo del modelo 4.0. Por un lado, las industrias provinciales presentan grandes limitaciones en sus rutinas de gestión del conocimiento intrafirma. Por otro lado, se observa una baja intensidad de las relaciones sistémicas interactivas entre las empresas y otros agentes del entorno CTI con capacidad de asistirles en materia de elección de tecnologías, validación de prototipos, realización de ensayos, capacitación digital de recursos humanos, entre otras funciones virtuosas. Las dos insuficiencias mencionadas requieren inducir un cambio en las conductas “micro” prevalecientes en la mayoría de las empresas. Es posible, incluso, establecer una ligazón entre ambas dimensiones: una vinculación más intensa y provechosa de las empresas con agentes tecnológicos externos podría contribuir a optimizar las rutinas organizacionales internas de gestión de la información y el *knowhow* para la toma de decisiones.

Indudablemente, el ecosistema de instituciones CTI de la provincia de Buenos Aires y en particular la trama de Centros de I+D+I propios y asociados a la Comisión de Investigaciones Científicas provincial (CIC), junto a las Universidades y las sedes regionales del Conicet pueden desempeñar –en el marco de un conjunto de decisiones de política pública que lo hagan posible– un rol protagónico a fin de modificar la escasa densidad sistémica que exhiben los lazos de vinculación tecnológica de las empresas.

Referencias

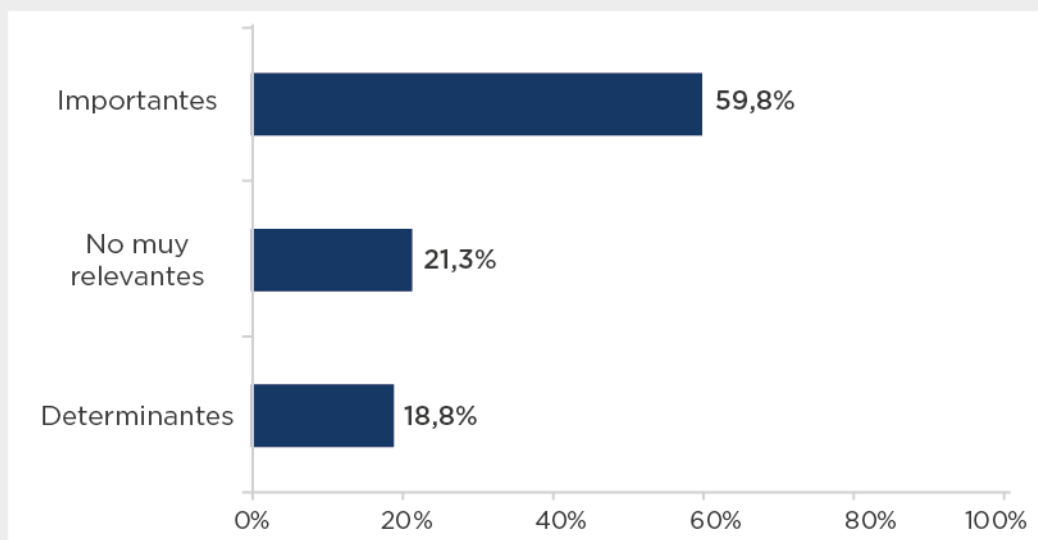
- Banco Mundial: Índice de adopción digital de las empresas. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/Digital-Adoption-Index>
- BCG (Boston Consulting Group) (2018). *Acelerando el Desarrollo de Industria 4.0 en Argentina*. Disponible en: http://image-src.bcg.com/Images/Acelerando-el-Desarrollo-de-Industria-40-en-Argentina_tcm62-184622.pdf
- Brixner, C.; Isaak, P.; Mochi, S.; Ozono, M. y Yoguel, G. (2019). “Industria 4.0: ¿intensificación del paradigma TIC o nuevo paradigma tecnoorganizacional?”. *CIECTI*, DT N° 17. Disponible en: http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2019/10/DT17_Industria-4.0.pdf
- Cámara de Empresas del Polo Informático de Tandil (2015). Plan Estratégico de Software y Servicios Informáticos 2015-2023 (PESSIT Tandil).
- Cimoli, M. y Dosi, G. (1995). “Technological paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap”, *Evolutionary Economics*, 5, pp. 243-268.
- Dosi, G. (1982). “Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change”, *Research Policy*, 11 (3), pp. 147-161
- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Buenos Aires (2017). Informe Plataforma de Innovación: Estado de situación de los Polos IT (2017). Documento de trabajo inédito.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Buenos Aires (2019). Clínica Tecnológica (Clintec), Base de microdatos anonimizados, período 2016-2018.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Argentina (2019). Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI), Base de microdatos anonimizados, período 2010-2012.
- Pérez, C. (1985). “Microelectronics, long waves and world structural change: New perspectives for developing countries”, *World Development*, 13(3), pp. 441–463.
- Pérez, C. (2001). “Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil”, trabajo presentado en el Seminario “La Teoría del Desarrollo en los Albores del Siglo XXI”, CEPAL, Santiago de Chile, 28 y 29 de agosto de 2001.
- Pérez, C. (2010). “Technological revolutions and techno-economic paradigms”, *Cambridge Journal of Economics*, 34 (1), pp. 185-202.
- Pérez, C. y Soete, L. (1988). “Catching up in technology: Entry barriers and windows of opportunity”. Dosi G. et al. (eds.). *Technical Change and Economic Theory*. Londres y Nueva York: Pinter Publishers, pp 458–479.

- Pfeiffer, S. (2017). "The vision of 'Industrie 4.0' in the making a case of future told, tamed, and traded", *Nanoethics*, 11(1), pp. 107-121.
- Qin, J., Liu, Y. y Grosvenor, R. (2016). "A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond". *Procedia CIRP*, 52, pp. 173-178.
- Rojko, A. (2017). "Industry 4.0: Concept, Background and Overview". *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11(5), pp. 77-90.
- Schumpeter, J. (1997 [1911]). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México: FCE.
- Schumpeter, J. (2005 [1939]). *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Smith, A. (1977 [1776]). *An Inquiry in to the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Chicago: University of Chicago Press.
- UIA, CIPPEC, BID e INTAL (2019). *Travesía 4.0. Hacia la transformación industrial argentina*. Disponible en: <https://www.cippec.org/publicacion/travesia-4-0-hacia-la-transformacion-industrial-argentina/>
- Unesco Institute for Statistics (UIS). Disponible en: <http://data.uis.unesco.org/>

Anexo I

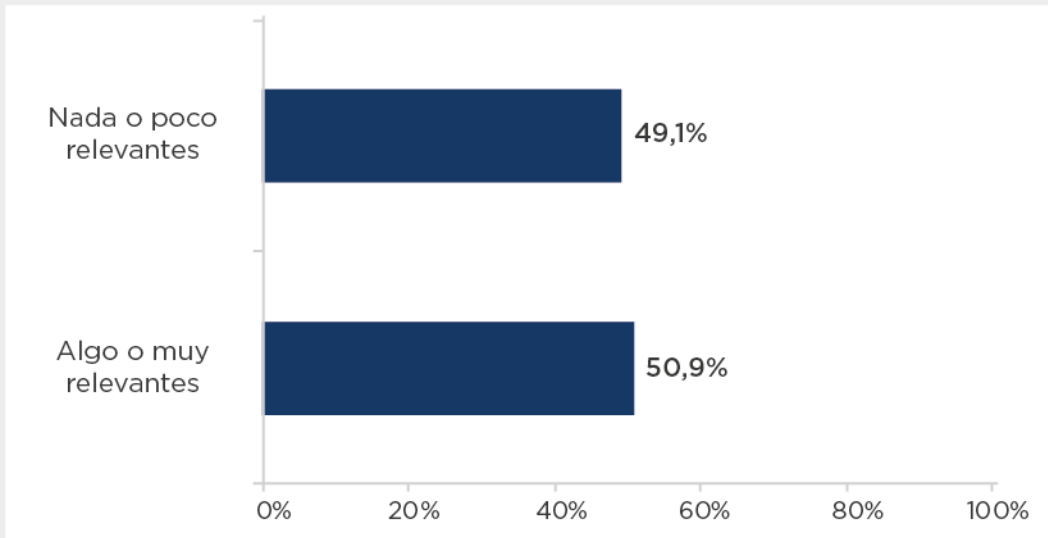
Información proveniente de la ClinTEC (2017-2019)

Gráfico 1
Relevancia asignada a las TICs y las soluciones de transformación digital para generar competitividad en la empresa.
PyMEs industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2017-2019.



Fuente: elaboración propia en base a ClinTEC

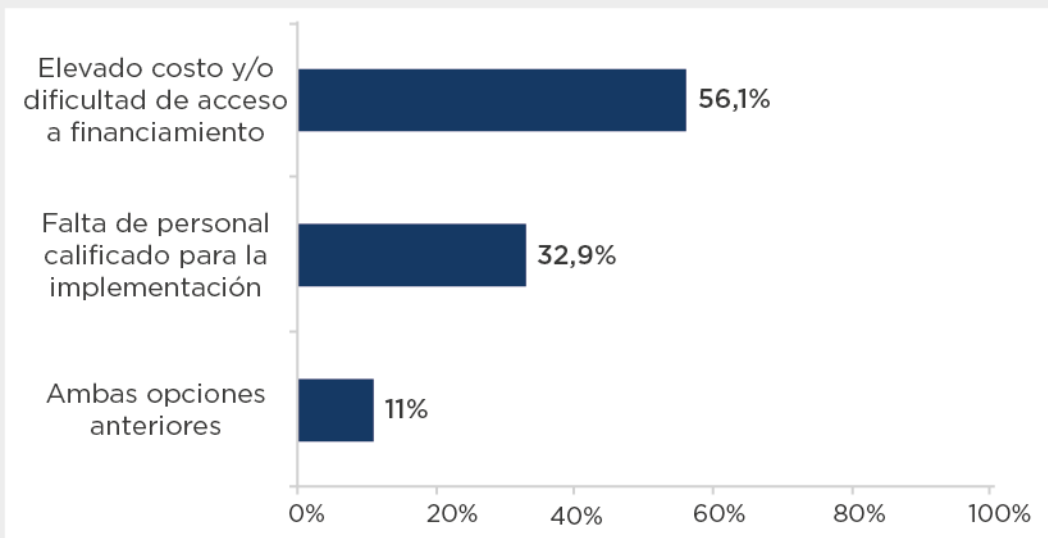
Gráfico 2
Relevancia asignada a las TICs y las soluciones de transformación digital para mejorar el área de producción de la empresa.
PyMEs industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2017-2019



Fuente: elaboración propia en base a ClinTEC

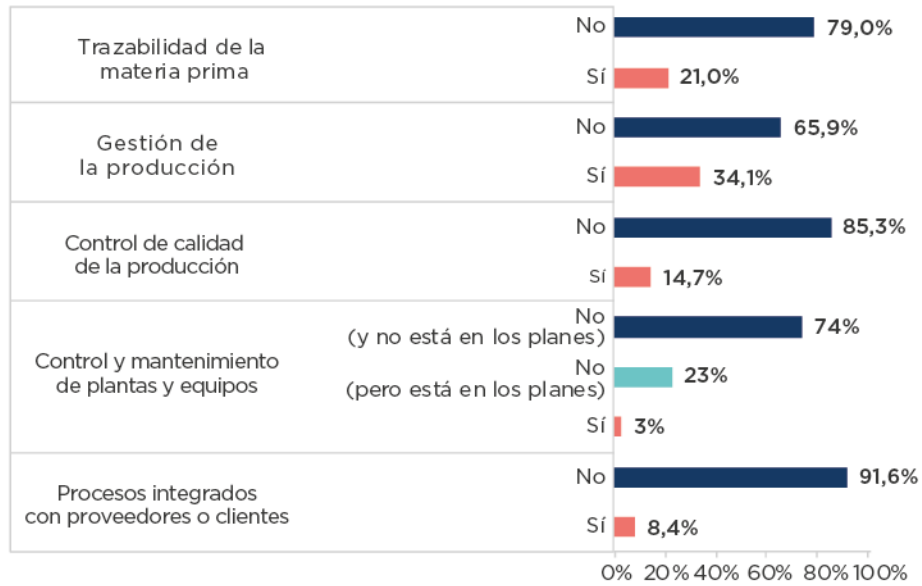
Gráfico 3
Limitaciones para la adopción de TICs y soluciones de transformación digital.

PyMEs industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2017-2019



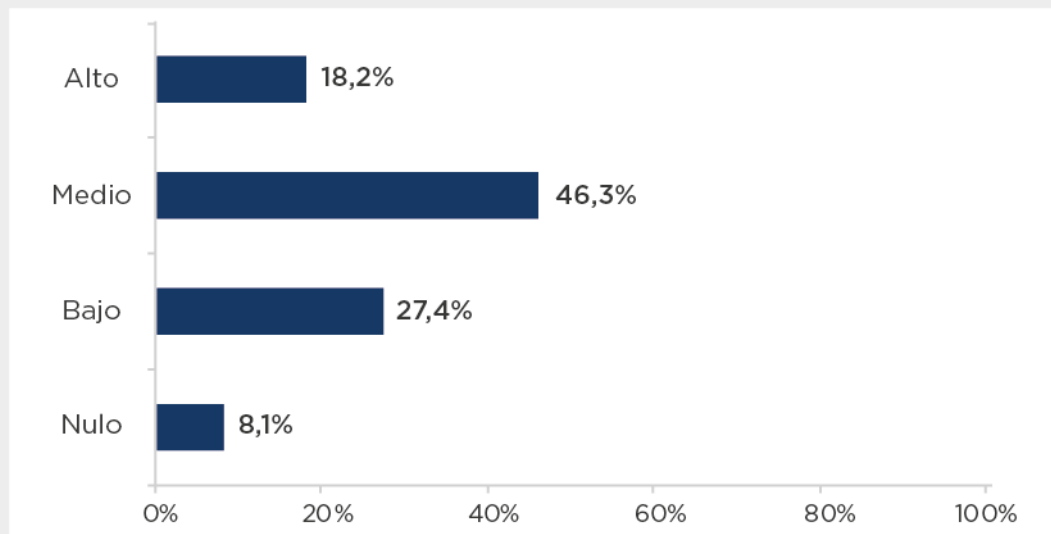
Fuente: elaboración propia en base a ClinTEC

Gráfico 4
Utilización de software según función.
 PyMEs industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2017-2019.



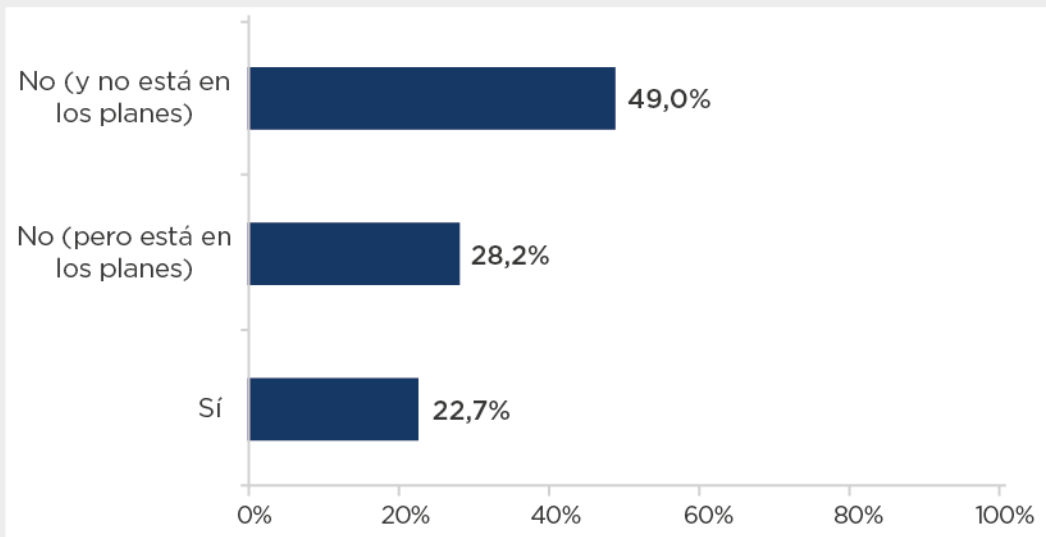
Fuente: elaboración propia en base a ClinTEC

Gráfico 5
Grado de actualización del parque informático.
 PyMEs industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2017-2019.



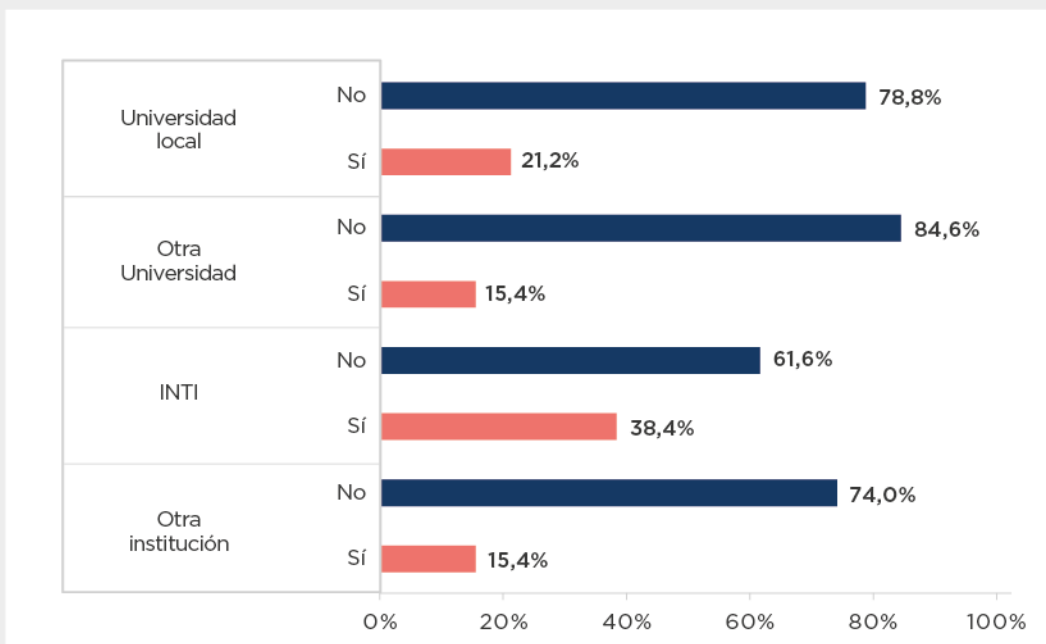
Fuente: elaboración propia en base a ClinTEC

Gráfico 6
Uso de IOT o sensores para control de procesos y automatización en planta o control de maquinaria.
 PyMEs industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2017-2019



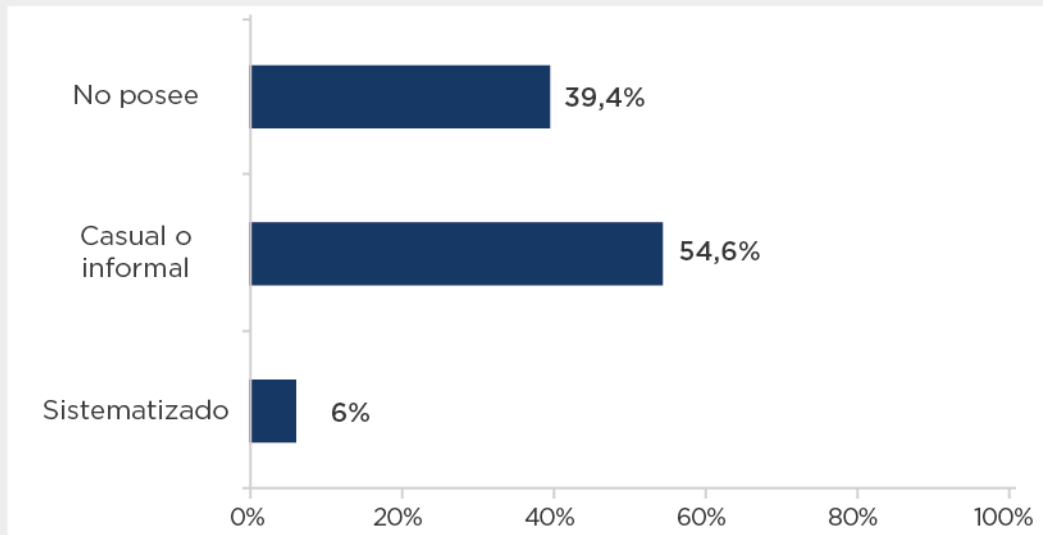
Fuente: elaboración propia en base a ClinTEC

Gráfico 7
Incidencia de la vinculación tecnológica según institución CTI.
 PyMEs industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2017-2019.



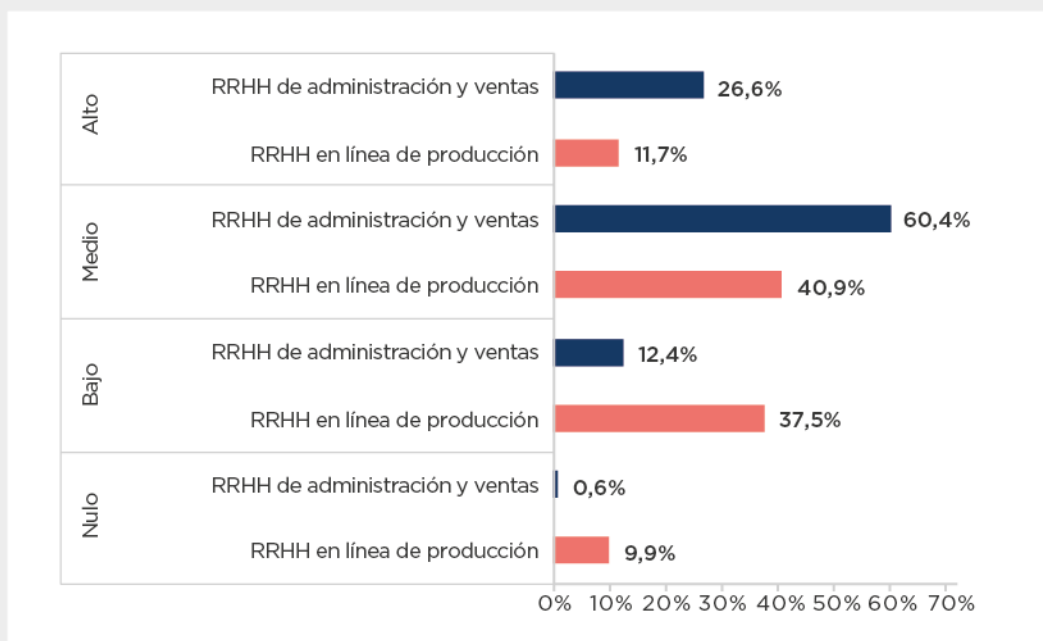
Fuente: elaboración propia en base a ClinTEC

Gráfico 8
Existencia de un sistema de comunicación interna que permita gestionar las ideas del personal.
 PyMEs industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2017-2019.



Fuente: elaboración propia en base a ClinTEC

Gráfico 9
Grado de calificación digital de los trabajadores.
 PyMEs industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2017-2019.



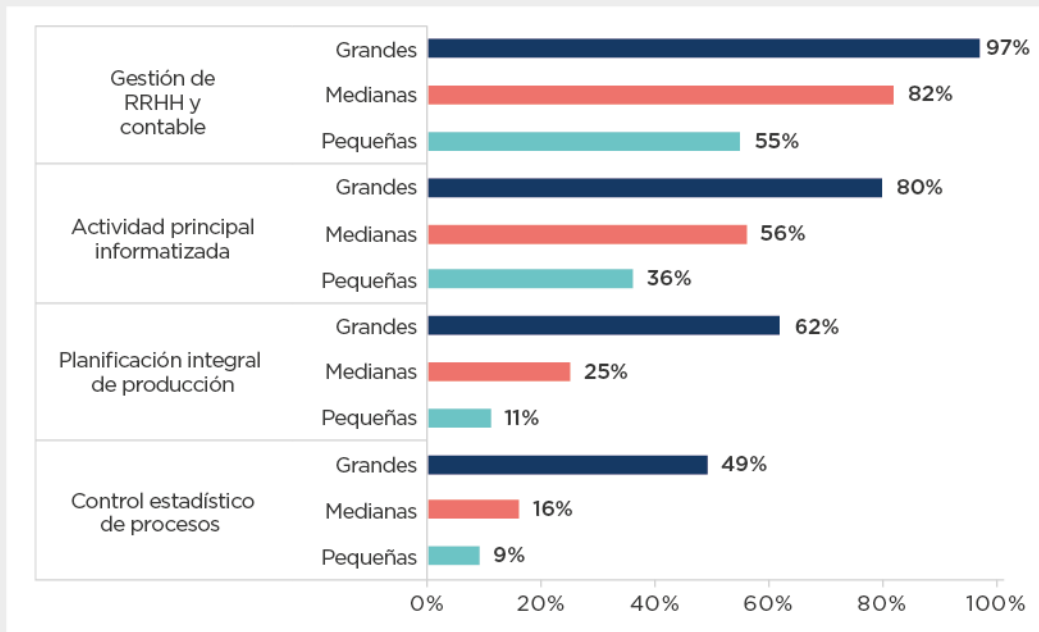
Fuente: elaboración propia en base a ClinTEC

Anexo II

Información proveniente de la ENDEI (2010-2012)

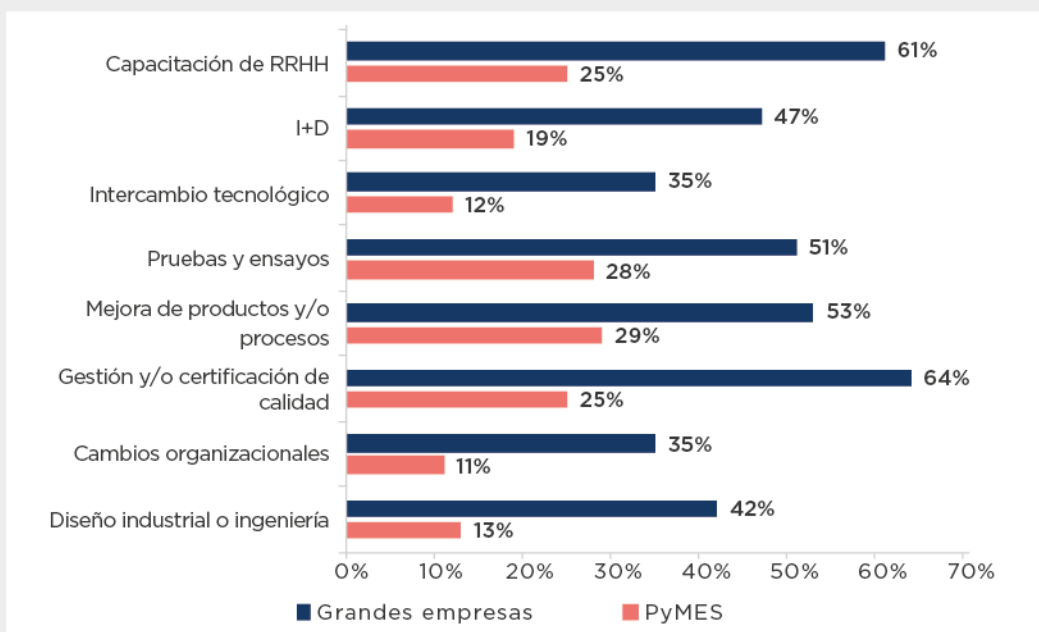


Gráfico 2
Utilización de *software* según función y tamaño de la firma.
 Empresas industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2010-2012.



Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Gráfico 3
Incidencia de la vinculación tecnológica según objetivo de la vinculación.
 Empresas industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2010-2012.



Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Cuadro 1
Incidencia de la vinculación tecnológica con universidades,
instituciones y programas públicos.
 Empresas industriales de la provincia de Buenos Aires. Años 2010-2012.

Objetivo de la vinculación	Vinculación con Universidades		Vinculación con instituciones públicas CyT		Vinculación con programas públicos	
	PyMES	Grandes	PyMES	Grandes	PyMES	Grandes
Capacitación de RRHH	5,0%	25,3%	5,2%	15,2%	1,6%	3,2%
I+D	3,8%	11,5%	4,1%	12,4%	0,9%	1,8%
Intercambio tecnológico	1,1%	3,7%	1,9%	6,9%	-	-
Pruebas y ensayos	3,5%	12,4%	10,0%	24,0%	-	-
Mejora de productos y/o procesos	2,4%	5,5%	5,2%	10,1%	-	-
Gestión y/o certificación de calidad	1,2%	4,1%	7,0%	15,2%	1,1%	2,3%
Cambios organizacionales	-	-	-	-	0,4%	-
Diseño industrial o ingeniería	1,5%	3,7%	1,6%	3,2%	-	-

Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Cuadro 2
Gestión del conocimiento intrafirma.
 Empresas industriales de la provincia de Buenos Aires- Años 2010-2012.

Objetivo	Rutina organizacional implementada	Tamaño de empresa	
		PyMES	Grandes
Generar conocimientos dentro de la empresa	Se estimula a los RRRHH a desarrollar procesos de mejora continua	51,6%	65,9%
	La empresa tiene una estructura organizacional flexible y adaptativa a diferentes proyectos	61,2%	69,1%
	Se fomentan reuniones de trabajo colaborativas para proponer nuevas formas de hacer las cosas	50,5%	75,6%
	Se usan herramientas informáticas colaborativas para generar conocimiento	13,8%	31,8%
Codificar y almacenar conocimientos en la empresa	Los procedimientos críticos están especificados (documentados) en manuales	44,6%	73,7%
	Los manuales se actualizan acompañando los cambios en los procedimientos de trabajo	37,9%	63,8%
	Se usa software específico para realizar el proceso de documentación de información	21,7%	63,0%
	Se cuenta con una "biblioteca" de documentos, manuales, etc. relevantes para la actividad	35,4%	55,0%
	Se cuenta con bases de conocimientos informatizadas o sistemas expertos	19,3%	38,0%
Difundir conocimientos útiles para la toma de decisiones	Los empleados pueden contactar expertos internos y externos a la empresas para realizar consultas	49,7%	75,1%
	Se elaboran informes periódicos con novedades que se distribuyen a todo el personal	16,4%	47,0%
	Existen empleados que participan en varios equipos y actúan como enlace entre ellos	31,9%	62,2%
	Se usan sistemas y herramientas informáticas inteligentes	5,9%	29,5%

Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

