

**Nota Editorial del número especial:**

**La digitalización de la producción en las pymes manufactureras argentinas: avances recientes en la investigación**

Rubén Ascúa\*

Marco Dini\*\*

Hernán Alejandro Morero\*\*\*

Con motivo de cumplirse al cerrarse 2023 ya diez años ininterrumpidos de la publicación de nuestra Revista *Pymes, Innovación y Desarrollo*, desde la Red Pymes intentamos como parte de las celebraciones invitar a nuestra comunidad a publicar un *dossier* especial, en alguna temática de actualidad en el ámbito de la producción y las pymes. Así, a iniciativa de nuestro editor Rubén Ascúa y quien fuera presidente de la Red, convocamos a este *dossier* en lo que es la preocupación por el grado de difusión de la digitalización en empresas manufactureras. Hoy publicamos, con mucho agrado, los resultados de este llamado, aquí reunidos.

Las últimas décadas han sido testigo del avance y profundización de la digitalización tanto en la economía como en la sociedad. Diferentes oleadas de avances tecnológicos, desde el uso de las computadoras, Internet, el desarrollo de las TIC, hasta las actualmente llamadas “tecnologías 4.0”, han tenido un alto impacto en la manera en que las empresas desarrollan sus procesos productivos y organizativos.

La propuesta del término “Industria 4.0” es relativamente reciente, surge como iniciativa estratégica del gobierno de Alemania en el año 2011, siendo públicamente presentada en el ámbito de feria industrial global “Hannover Messe” en ese mismo año 2011. Así la denominada cuarta revolución industrial fue paulatinamente incorporándose en los ámbitos académicos y de diseño y ejecución de política industrial. Esta idea ha tratado de englobar lo que es la extensión de nuevas tecnologías digitales (internet de las cosas, computación en la nube, big data, data science, inteligencia artificial y machine learning, impresión aditiva, realidad virtual y aumentada, integración de sistemas y robótica colaborativa) al ámbito de la producción hacia lo que podría derivar en un esquema de fabricación en “sistemas

---

\* Editor Revista *Pymes, Innovación y Desarrollo* – Miembro Red Pymes Mercosur. Rector Universidad Nacional de Rafaela (UNRAF, Argentina).

\*\* División de Desarrollo productivo y empresarial, CEPAL (Chile).

\*\*\* Editor Revista *Pymes, Innovación y Desarrollo* – Miembro Red Pymes Mercosur. Investigador Adjunto de CONICET en CIECS (CONICET y UNC), Profesor Asociado en Economía Industrial (FCE-UNC)

ciberfísicos” y que se ha difundido también como proceso de digitalización industrial y comercial.

La digitalización y el desarrollo, difusión y adopción de las tecnologías 4.0 por parte de las grandes empresas en países centrales, implica serios desafíos para las pymes de países periféricos. En los últimos 5 años ha comenzado a documentarse en investigaciones empíricas de diversa índole la medida en que la digitalización de la producción ha ido expandiéndose en empresas manufactureras, especialmente en América Latina, que limitantes han ido apareciendo, qué matices, motivaciones y aprendizajes para las políticas industriales. Sin embargo, esta literatura está dispersa o en investigaciones sin publicar, así como en publicaciones de índole disímil, como reportes, presentaciones o ponencias. La propuesta de este dossier convocó a reunir estos aportes y llama a publicar artículos sobre estos avances recientes, especialmente a través de artículos originales sobre investigaciones realizadas recientemente, presentaciones de experiencia, así como artículos que reseñen la bibliografía empírica sobre esta temática en empresas argentinas.

Si bien la coyuntura actual de este país denota un momento de desarticulación del tejido productivo de las pymes manufactureras donde, impelidas a la subsistencia y la precariedad económica, esfuerzos tecnológicos tales como avanzar en proyectos de digitalización aparecen muy lejos de las prioridades diarias de las empresas; las investigaciones que aquí publicamos fueron realizadas hasta 2023, con anterioridad a esta coyuntura. Este *dossier* temático reúne el testimonio de estos esfuerzos en investigación en cuatro de las provincias más importantes del país (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos), en un estudio a nivel nacional desde la perspectiva de los proveedores de digitalización para las pymes y una revisión introductoria.

Nos propusimos iniciar este *dossier* reseñando de la manera más exhaustiva posible que es lo que se ha publicado hasta el momento sobre la temática, para que luego podamos aportar en este número nuevas publicaciones y así brindar en este número especial, una perspectiva de la más completa hasta 2024. Dar este primer paso fue el objetivo del artículo de Juan G. Vélez y Hernán Morero, “*Los desafíos de la digitalización en Pymes manufactureras de la Argentina: un recorrido sobre los avances empíricos recientes*”, donde se realiza una revisión que sistematiza los aportes hallados en términos de investigación empírica respecto a la implementación y difusión de tecnologías 4.0 en este tipo de empresas en nuestro país publicadas hasta 2023. Allí se realiza un recorrido por lo que se ha publicado hasta el momento, tanto en lo que se refiere a informes y documentos de trabajo como lo que es en materia de artículos académicos con evidencia empírica de la adopción o provisión de tecnologías 4.0 en Argentina.

Empezamos los estudios empíricos del dossier, con un aporte que trabaja a nivel de país, sobre la caracterización de los sectores que componen la provisión de tecnologías digitales para la industria de la Argentina. En este marco, Sebastián Fernández Franco, Juan M. Graña y Verónica Robert en su artículo “*Industria 4.0 como sistema tecnológico. Los desafíos de la política pública*” buscan examinar los alcances de la digitalización a la luz del caso argentino, considerando la oferta de bienes y servicios propios. A partir del diagnóstico de que el sistema tecnológico de la Industria 4.0 nacional cuenta con competencias en varias áreas tecnológicas (software, IA, Internet de las Cosas), se plantea

que ello se plasma en un contexto con reducidas empresas y una oferta de bienes y servicios que es heterogénea y tiene diversas características. Se proponen así distintas clasificaciones para reflexionar sobre los alcances de la política pública y se destaca que la misma debe atravesar 3 ejes claves: el tamaño pequeño/medio estructural de las empresas, la segmentación del mercado y la escalabilidad de las soluciones.

Luego, avanzamos en artículos que trabajan a nivel provincial la evidencia empírica de la adopción de tecnologías 4.0 en pymes industriales, en sí diversos aspectos sobre la medida en que éstas están digitalizadas. Para ello contamos con aportes de estudios para cuatro de las provincias más importantes del país (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos). El examen del desarrollo de la industria 4.0 en estas provincias argentinas resalta una serie de aspectos a considerar. En primer lugar, el artículo “*Industria 4.0 en la Provincia de Buenos Aires (Argentina)*” de Mariela Carattoli y Daniel Hoyos Maldonado, parte de una investigación exploratoria realizada con el objeto de analizar el proceso de difusión y adopción de tecnologías digitales en el sector industrial bonaerense y delinear recomendaciones de política a escala subnacional. A partir de un panel de 55 empresas industriales, los resultados parciales destacan desiguales grados de adopción de las tecnologías 4.0, en línea con la marcada heterogeneidad en términos de escala productiva y capacidades tecnológicas de las firmas en el territorio y una trayectoria que aún se encuentra en una fase inicial de la curva de adopción. Desde la identificación de barreras y el despliegue de tipologías de empresa, se propone una taxonomía de las políticas de promoción susceptibles de ser ejecutadas a nivel subnacional.

En segundo lugar, el trabajo de Hollman L. Torres, Sonia Roitter, Rodrigo Carmona, Matías Calvo Crende, Rubén Ascúa y Andrea Minetti titulado “*Procesos de incorporación de tecnología 4.0 en PyMEs de la Provincia de Santa Fe*” analiza la adopción de nuevas tecnologías vinculadas con la industria 4.0 en 30 empresas industriales y de servicios. Sobre la base de una metodología cuantitativa se generan distintos indicadores para evaluar el nivel de incorporación de tecnologías, las motivaciones y obstáculos enfrentados. Los hallazgos encontrados señalan que las empresas se ven motivadas a la incorporación de tecnologías 4.0 para generar un ahorro en costos, mejorar la relación con sus clientes y proveedores y alcanzar una mejora en sus procesos, sin embargo, enfrentan desafíos relacionados con la capacidad de financiación, la disponibilidad de recursos humanos y las deficiencias en infraestructura que limitan la incorporación de estas tecnologías.

Luego, Rafael L. Blanc, Leandro Lepratte, María A. Rodríguez y Damián Ratto en el artículo titulado “*El largo y sinuoso camino hacia la Industria 4.0 en pymes argentinas. Un análisis de Argentina en cuanto a la aplicación de industria inteligente*” busca describir e indagar niveles de madurez de implementación de la Industria 4.0 en pequeñas y medianas empresas –tomando 15 firmas de Entre Ríos y Santa Fe–, identificando obstáculos e impactos. De la misma forma, se indagan instrumentos públicos de estímulo a la transformación digital y su relación con los procesos que están llevando adelante este tipo de empresas.

Cerrando el *dossier*, en el artículo “*Estudio de competitividad Digital y sostenible de la Mipymes de la provincia de Córdoba*” de Nicolás S. Beltramino, Juan M. Ingaramo, Lilia C. Gazzaniga y Natalia A. Beltramino examina estas problemáticas a partir de una muestra

de 577 Mipymes de diferentes sectores de la economía provincial. Entre los principales resultados es posible remarcar que los principales impulsores a la digitalización son el conocimiento de las posibilidades y ventajas de la digitalización, el destino de recursos y la formación y cualificación de directivos. En tanto que las principales barreras se relacionan con la conexión de banda ancha insuficiente, los elevados costos de inversión y la falta de personal bien cualificado. Por último, en lo que refiere a la sostenibilidad sus principales beneficios se vinculan con la mejora de la imagen y reputación, la generación de ventajas frente a la competencia y el aumento en el grado de satisfacción de los clientes.

Finalmente, nos permitimos preguntarnos ¿qué resultados pueden extraerse de estos artículos? Como se mencionaba al comienzo, el propósito de esta publicación es reunir investigaciones empíricas recientes en un único número para avanzar en la reflexión, aún incipiente, sobre las especificidades de la digitalización de las pymes.

Se trata, en su mayoría de investigaciones exploratorias que, como dicen Carattoli y Hoyos, apuntan a investigar terrenos en buena medida desconocidos, para desarrollar una comprensión preliminar de este tema. Además, son investigaciones realizadas con enfoques metodológicos distintos para intentar responder a la pregunta general sobre la digitalización de las pymes en Argentina en el marco de contextos diferentes, tanto geográfica como sectorialmente.

Aun así, de este conjunto de artículos pueden extraerse algunos resultados de interés general que tal vez sea útil destacar. En primer lugar, se avanza hacia una conceptualización más clara del significado de Industria 4.0. Partiendo de los esfuerzos realizados en la literatura para elaborar una definición teórica de este fenómeno (lo hacen Carattoli y Hoyos en su artículo), se proveen indicaciones útiles para acotar el campo de análisis definiendo un conjunto de tecnologías que lo circunscriben (y que a la ocurrencia podrá ser ajustada y actualizada), incluyéndose tecnologías físicas como la fábrica aditiva, los sensores y los drones; las digitales, tales como cloud computing, blockchain y big data analytics; y las de interfaz físico-digital como la realidad aumentada, virtual y mixta (León y otros). Este no es un punto menor, dado que las experiencias de diseños de políticas de apoyo a la digitalización de mejores resultados a nivel internacional denotan un “entendimiento compartido” de lo que digitalización o Industria 4.0 “es” entre diversos actores público-privado y académicos.

En segundo lugar, utilizando los datos y las herramientas disponibles se intenta esbozar una panorámica de la realidad digital de las pymes del país que se caracteriza como marcadamente heterogénea. Esta lectura se basa, por un lado, en una revisión en profundidad de la literatura disponible sobre el tema (Velez y Morero) para Argentina más específicamente y, por otro, mediante la descripción del sistema tecnológico argentino en su conjunto (Fernandez y Graña).

En tercer lugar, se identifican, revisan y adaptan herramientas analíticas para el estudio del grado de digitalización alcanzados por las empresas. Los enfoques metodológicos utilizados son distintos y reflejan tanto la diversa conformación de los equipos de investigadores, como las diferencias en los matices de investigación. Así, por ejemplo, los equipos de Blanc y otros y de Beltramino y otros adoptan una metodología cuantitativa,

adaptando las metodologías de madurez tecnológica encontradas en la literatura el primero y elaborando herramienta ad hoc el segundo, mientras que Carattoli y Hoyos optan por una estrategia mixta de investigación

En cuarto lugar, se exploran varios de los factores que inciden en el proceso de digitalización de las pymes y que contribuyen a explicar la complejidad analítica de este fenómeno. En particular, se revela que el avance en la digitalización está influenciado por un conjunto de factores de tipo micro económicos y de entorno (León y otros). Siendo estos últimos determinados, a su vez, por el cruce entre las características institucionales y la dinámica tecnológica del sector de pertenencia (como resulta con particular claridad en Beltramino y otros).

La combinación de estos factores determina escenarios muy distintos en los cuales el peso de los diferentes factores que influyen la digitalización varía significativamente. No obstante, con todas las precauciones que esta situación sugiere, algunos resultados parecen destacar con especial evidencia. Entre ellos, la importancia de las condiciones de acceso al financiamiento de las inversiones necesarias para la digitalización y la disponibilidad de personal capacitado, no solo para gestionar adecuadamente las tecnologías digitales sino, antes que esto, para entender sus potencialidades y cómo traducirlas en ajustes tangibles en el modelo de negocio de la empresa que las adopta.

El análisis de los factores que inciden en la digitalización abre el paso a una reflexión sobre las políticas. En ellos no hay conclusiones definitivas, pero sí revisiones de programas e instrumentos que permiten tener un cuadro interesante de las experiencias vigentes (o recientes) de apoyo a las empresas, de sus avances y límites. Blanc y otros por ejemplo se detienen sobre los instrumentos de apoyo financiero, mientras que Fernandez y otros elaboran distinciones útiles para abordar el análisis y diseño de políticas de apoyo.

El esfuerzo realizado, está claro, es tan sólo un paso en la dirección esperada y la investigación tendrá que seguir profundizando el estudio de los vínculos entre actores, factores y dinámicas de este complejo fenómeno. Este esfuerzo es clave para ayudar el diseño de políticas que apoyen el proceso de digitalización de las empresas en general y de las pymes en particular. Utilizando la terminología de la CEPAL, el proceso de digitalización puede ser impulsado por políticas de desarrollo productivo, es decir por acciones convergentes de distintos actores públicos y privados, basadas en un enfoque de gobernanza participativa, modalidades de operación experimentalistas (de prueba, análisis y ajustes permanente) y con una especial atención por el empoderamiento de los actores de los distintos territorios.

Desde este punto de vista puede ser interesante cerrar estas reflexiones con unas referencias sintéticas a algunas de las preguntas que, a la luz de los estudios realizados, surgen como más estimulantes.

En un plano más teórico, las investigaciones aquí presentadas demostrando que existe un específico camino de las pymes para la digitalización abren un interrogante acerca de si existe una condición óptima de digitalización de la pyme. La digitalización es, evidentemente, un fenómeno integral que abarca todos los ámbitos del quehacer empresarial, pero ¿no será posible que subsistan en la misma empresa (garantizando

desempeños eficientes) áreas con distintos grados de digitalización? Los estudios empíricos pueden acompañar la sugerencia que existe un sendero más bien híbrido para la digitalización de las empresas, donde coexisten diversidad de generaciones tecnológicas dentro de una misma organización en diversas áreas funcionales, que es disímil de sector a sector, de nicho productivo a nicho productivo.

Otro tema que valdría explorar concierne el impacto de las tecnologías digitales en el funcionamiento de las cadenas productivas, clúster o redes de empresas. ¿Qué nuevo tipo de bienes colectivos pueden generarse mediante la aplicación de tecnologías digitales en grupos de empresas asociadas? ¿Cómo cambian las relaciones de poder al interior de estos grupos? ¿Qué tan relevante sigue siendo la cercanía física para el desarrollo de acciones colectivas basada en la confianza recíproca entre los integrantes de un grupo? Hay una oportunidad para la investigación a nivel meso-económico, pues hay un vacío en este punto sobre el estudio de la medida en que las tecnologías digitales entran *entre* las relaciones de los actores, *entre* usuario-productor, *entre* competidores, en sí, *entre* distintos actores de las redes de producción.

Además, relacionada con las problemáticas al centro de las agendas de desarrollo sustentables propuestas por Naciones Unidas, debería también investigarse de qué forma las tecnologías digitales pueden apoyar el desarrollo de modelos de producción y consumo más sostenibles e inclusivos. Por último, puede ser muy interesante investigar como las tecnologías digitales cambian las modalidades de las políticas de apoyo a las pymes, en especial, profundizando las nuevas posibilidades que estas herramientas ofrecen a los gobiernos municipales y provinciales.