

## Motivaciones y obstáculos a la incorporación de tecnología 4.0 en PyMEs de la provincia de Santa Fe<sup>ξ</sup>

### Motivations and Obstacles to the Adoption of Industry 4.0 Technology in SMEs in the Province of Santa Fe

*Hollman León Torres*<sup>\*</sup>

*Sonia Roitter*<sup>\*\*</sup>

*Rodrigo Carmona*<sup>\*\*\*</sup>

*Matias Calvo Crende*<sup>\*\*\*\*</sup>

*Ruben Ascúa*<sup>\*\*\*\*\*</sup>

*Andrea Minetti*<sup>\*\*\*\*\*</sup>

### Resumen

Los procesos de digitalización y de incorporación de nuevas tecnologías vinculadas con la industria 4.0 en las empresas se consideran como elementos clave en la generación de sus ventajas competitivas. Existen diversos elementos que intervienen en los procesos de elección de estas tecnologías, así como múltiples motivaciones y obstáculos para encarar este desafío. Este trabajo busca comprender cómo es el proceso de incorporación de estas tecnologías en la provincia de Santa Fe. Se basa en datos recopilados del relevamiento realizado en el marco del programa "Santa Fe Transformación Digital I+D+I", realizado por el Ministerio de Producción, Ciencia y Tecnología y el gobierno de la Provincia de Santa Fe, en colaboración con la Universidad Nacional de Rafaela en 2022. Utilizando metodología cuantitativa se crean indicadores para evaluar el nivel de incorporación de tecnología, las motivaciones y obstáculos enfrentados. A su vez se analiza la relación entre diferentes dimensiones relacionadas con el proceso de digitalización y variables como el sector de actividad y el tamaño de las empresas utilizando pruebas de chi cuadrado y residuos estandarizados normalizados. Los hallazgos señalan que las Pymes 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.

<sup>ξ</sup> Recibido 04 de diciembre de 2023 / Aceptado 6 de marzo de 2024.

<sup>\*</sup> Licenciado. Instituto de Industria (IDEI), Universidad Nacional de General Sarmiento. Correo electrónico: [hleon@campus.ungs.edu.ar](mailto:hleon@campus.ungs.edu.ar)

<sup>\*\*</sup> Doctora. Instituto de Industria (IDEI), Universidad Nacional de General Sarmiento. Correo electrónico: [sroitter@campus.ungs.edu.ar](mailto:sroitter@campus.ungs.edu.ar)

<sup>\*\*\*</sup> Doctor. Instituto del Conurbano (ICO), Universidad Nacional de General Sarmiento. Correo electrónico: [rcarmona@campus.ungs.edu.ar](mailto:rcarmona@campus.ungs.edu.ar)

<sup>\*\*\*\*</sup> Doctor. Instituto del Conurbano (ICO), Universidad Nacional de General Sarmiento. Correo electrónico: [mcalvo@campus.ungs.edu.ar](mailto:mcalvo@campus.ungs.edu.ar)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Doctor. Universidad Nacional de Rafaela. Correo electrónico: [rubenascua@unraf.edu.ar](mailto:rubenascua@unraf.edu.ar)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Licenciada. Universidad Nacional de Rafaela. Correo electrónico: [andreaminetti@unraf.edu.ar](mailto:andreaminetti@unraf.edu.ar)

**Palabras clave:** Digitalización; Industria 4.0; Pymes; Transformación digital; Ventajas competitivas

**Código JEL:** M15, O14, O32

### **Abstract**

The processes of digitization and the integration of new technologies associated with Industry 4.0 within companies are considered key elements in generating their competitive advantages. Various factors influence the selection processes of these technologies, alongside multiple motivations and obstacles encountered in tackling this challenge. This study aims to understand the incorporation process of these technologies within companies in Santa Fe's province. It draws upon data collected through the "Santa Fe Digital Transformation R&D" program, conducted in collaboration with the National University of Rafaela in 2022. Employing a quantitative methodology, indicators are devised to assess the level of technological adoption, motivations, and obstacles encountered. The analysis explores the relationship between different dimensions associated with the digitization process and variables such as the sector and size of companies, employing chi-square tests and standardized normalized residuals. Findings suggest that SMEs are motivated to adopt 4.0 technologies to achieve cost savings, enhance relationships with clients and suppliers, and improve their processes. However, they face challenges concerning financial capacity, the availability of human resources, and infrastructural deficiencies that constrain the adoption of these technologies.

**Keywords:** Digitization; Industry 4.0; SMEs; Digital transformation; Competitive advantages

**JEL Code:** M15, O14, O32

### **Introducción**

En un contexto de creciente globalización y transformaciones productivas, se ha observado en las últimas décadas una amplia expansión en el uso y difusión de las nuevas tecnologías digitales. Este fenómeno, conocido como la "Cuarta Revolución Industrial" o Industria 4.0, representa un cambio profundo en términos históricos y constituye la cuarta etapa importante en la evolución técnico-económica desde los albores de la humanidad. Este cambio tiene un impacto directo en los diversos tejidos productivos y territorios, lo cual requiere que las empresas, especialmente las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), adopten diversas estrategias, en algunos casos con el apoyo de acciones institucionales y políticas para lograr una mejor incorporación.

Bajo estos términos, la Industria 4.0, a través de la digitalización y la utilización de plataformas interconectadas, permite una adaptación constante a la demanda al facilitar el diseño, producción y venta de productos en un menor tiempo, así como la implementación de series de producción más cortas y rentables. Además, contribuye a una colaboración más personalizada con el cliente, al ofrecer un mejor servicio postventa y agregar funcionalidades a los productos físicos. En términos de la relación con proveedores, la incorporación de tecnologías 4.0 en las estructuras productivas de las pymes favorece la generación de vínculos más fluidos con proveedores ya que estas tecnologías contribuyen a desarrollar innovaciones que impactan positivamente en la

cadena de valor de las empresas potenciando así la relación con estos actores (León García. O, 2019). La información generada también se aprovecha mediante su análisis desde múltiples canales y se utiliza en tiempo real por parte de las empresas. En este sentido, el potencial de aumento en los niveles de productividad relacionado con el uso de la información está estrechamente ligado a la capacidad de las empresas para transferir datos entre dispositivos y utilizarlos como insumo en la gestión avanzada de la producción y distribución (Erbes et al., 2019).

La expansión de la digitalización y la adopción de nuevas tecnologías en la progresiva automatización del proceso productivo destaca por su capacidad para generar una integración horizontal y una comunicación constante entre equipos, productos y áreas dentro de las redes de información de la empresa, así como una integración vertical con clientes, usuarios y proveedores. El conjunto de tecnologías que conforman la Industria 4.0 incluye:

- Sensores e Internet de las Cosas (IoT)
- Robótica avanzada y colaborativa
- Big Data y análisis de grandes volúmenes de datos
- Computación en la nube (cloud computing)
- Inteligencia artificial y aprendizaje automático (machine learning)
- Impresión aditiva o impresión 3D
- Realidad aumentada y entornos virtuales
- Otras tecnologías relacionadas, como sistemas de integración y ciberseguridad.

Estas tecnologías están revolucionando los entornos industriales al permitir una mayor eficiencia, productividad y personalización en los procesos de producción. Su implementación conlleva beneficios significativos y desafíos en términos de adaptación y seguridad cibernética.

El propósito de este estudio es analizar las estrategias adoptadas por las pequeñas y medianas empresas (Pymes) de la Provincia de Santa Fe en relación con la incorporación de tecnologías 4.0, teniendo en cuenta las particularidades asociadas a su ubicación geográfica y sector de actividad<sup>1</sup>. Con este fin, el trabajo comienza con una revisión de literatura acerca de la Industria 4.0 como paradigma tecnoeconómico, sobre los procesos vinculados a la adopción de las tecnologías correspondientes en las empresas, sus principales motivaciones y obstáculos, así como una aproximación general sobre las políticas públicas vinculadas al acompañamiento en la adopción de estas tecnologías. A continuación, se establece el marco metodológico; luego se presentan los principales

---

<sup>1</sup> Este trabajo se enmarca en los siguientes proyectos: “Nuevas dinámicas de cambio a nivel tecnológico-productivo y laboral. Un análisis para la ciudad de Rafaela y su región de influencia”. Universidad Nacional de Rafaela, dirigido por Rodrigo Carmona. PICTO-2021-UNGS 00009 “Transformaciones productivas, tecnológicas y laborales. Un análisis comparado para las intervenciones públicas estratégicas” dirigido por Sonia Roitter y “Transformaciones productivas, tecnológicas y laborales. Acciones para el desarrollo local-regional e intervenciones públicas estratégicas en perspectiva comparada (Rafaela, provincia de Santa Fe y General San Martín, provincia de Buenos Aires)”. Universidad Nacional de General Sarmiento, dirigido por Bárbara Couto y codirigida por Rodrigo Carmona.

resultados del estudio y, finalmente, se exponen las conclusiones principales, junto con una propuesta para nuevas áreas de investigación y debate.

### ***Industria 4.0 y PyMEs***

El concepto de Industria 4.0 surgió a principios de la década de 2010 en Alemania, y se convirtió en el eje central del plan estratégico de alta tecnología 2020 (Sampietro-Saquicela, J., 2020). También conocida como la cuarta revolución industrial, se refiere a un cambio tecnoeconómico que incorpora las tecnologías de la información y comunicación (TIC) como paradigma en la fabricación y producción (Erbes et al., 2019). Esto implica que las tecnologías 4.0 y sus efectos en la dinámica productiva no representan una ruptura, sino más bien un avance en la evolución de la cuarta revolución industrial (Baum, 2015; Brixner et al., 2019; Schroeder, 2016).

Desde la perspectiva de Freeman y Pérez (1988) y de Pérez (2002), entre otros, las transformaciones tecno-económicas no pueden ni deben ser analizadas de manera determinística únicamente a partir de los cambios tecnológicos subyacentes en ellas. Por el contrario, estas contribuciones señalan la importancia fundamental de distintos espacios institucionales que permitan la adaptación de la sociedad al nuevo paradigma y aprovechar al máximo el potencial de creación de riqueza que cada ola tecnológica conlleva (Pérez, 2002:154).

En un plano más agregado, el nuevo paradigma sustentado en la información y el conocimiento genera también, a partir de las mayores posibilidades de comunicación global, cambios en los patrones de localización de las empresas, lo cual redundará en un cuadro de mayor competencia entre ciudades y regiones y a la vez, diferencias y desequilibrios a escala territorial. El nuevo contexto presiona para la transformación de los territorios pero, en el caso particular de Argentina, y dada la heterogeneidad característica de su territorio, es posible afirmar que la transformación de la situación social y económica de cada espacio local o regional dependerá de ciertos factores estructurales y de las potencialidades del propio territorio pensado desde una perspectiva abierta e interconectada con otros ámbitos (Carmona, 2004 y 2006).

Por otro lado, es factible señalar que la aparición de tecnologías 4.0 permitió a las PyMEs adelantar procesos de adaptación a cambios en las dinámicas de producción y de la demanda (Dutta, et al, 2020). También es importante señalar que más allá de las motivaciones y desafíos que enfrentan las PyMEs para la incorporación de este tipo de tecnologías hay barreras subyacentes como la estructura de seguridad informática, de conectividad, la capacidad de integrar la cadena de suministro y distribución (Marques, et al. 2017) que sugieren la existencia de obstáculos que influyen en la determinación y estudio de los procesos de incorporación de tecnología en las PyMEs.

Una cuestión que cabe destacar es que la mayor parte de la literatura empírica se concentra en la interacción entre los dominios digitales y los dominios físicos, destacando los incrementos de productividad logrados a partir de la reducción de tiempos productivos y de circulación mediante la flexibilidad en la organización de la producción (European Parliament, 2016; BCG, 2018; CEPAL 2018); asimismo, dicha literatura se circunscribe mayormente a los países desarrollados, con foco en las grandes empresas y en especial en sectores tecnológicos y de servicios. Una revisión para las economías periféricas y para

la industria manufacturera en particular muestra la ausencia de estudios sistemáticos en la materia (Ravinder, et al. 2020).

### ***Incorporación de tecnología en PyMEs: Motivaciones y obstáculos***

En relación al proceso de actualización tecnológica, es fundamental destacar las disparidades existentes entre las grandes y las pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Las grandes empresas han exhibido históricamente niveles más elevados de innovación, pues consideran dicho proceso como un elemento intrínseco y dinámico, lo cual se sustenta en los resultados obtenidos a través de la adopción de tecnología y la innovación. En contraste, las PyMEs muestran niveles inferiores de innovación y requieren, aparentemente, un impulso por parte de políticas públicas que faciliten su integración en el grupo de empresas innovadoras (Coriat, 2001).

En este sentido, algunos trabajos recientes han analizado el impacto de la digitalización fundamentalmente en empresas PyMEs manufactureras revitalizando este tipo de discusiones en el escenario latinoamericano (Motta et al., 2019; Carmona et al., 2020; Maggi et al, 2020). Precisamente, la adopción de estas tecnologías puede colaborar en complejizar la estructura productiva y permitir ciertos procesos de “upgrading” en algunos sectores más tradicionales, más aún, cuando su incorporación logra promover cambios tanto en productos como en procesos, es decir que la incorporación de tecnologías no resulta en un proceso simple de automatización sino que logra determinar cambios en la organización de la producción, la coordinación y diferenciación en todos los eslabones de la cadena de valor (producción, administración y comercialización) (Albrieu et al, 2019).

En línea con lo anterior, aportes como los de Duman & Akdemirn (2021) han mostrado que es factible reconocer efectos derivados de la adopción de tecnologías 4.0 en las PyMEs que se reflejan en mejoras en indicadores de desempeño como la rentabilidad, las ventas, la producción total, la productividad por empleado, el uso de capacidad instalada, la velocidad de producción y calidad del producto y la reducción de costos de producción.

En ese sentido, las motivaciones asociadas a la incorporación de nuevas tecnologías en las PyMEs se ven influenciadas por diversas razones centradas principalmente en la optimización de la eficiencia operativa, el incremento de la productividad y el ahorro de costos (Stewart et al., 2007; Coltman et al., 2015; Mao y Quan, 2015; Wang, B., Ha-Brookshire, J.E. 2019). Estas mejoras, se logran a través de la automatización de procedimientos y la digitalización de tareas rutinarias, lo cual conlleva a la reducción de tiempos productivos. En línea con lo anterior, la integración de tales tecnologías brinda respaldo a los procesos de innovación que abarcan tanto productos como procesos, estrategias de marketing y ajustes en la estructura organizacional que permiten, además, generar productos y servicios de superior calidad, emplear enfoques creativos y avanzados en conocimientos del mercado, diversificar su oferta de productos y servicios y así abrir nuevas oportunidades de mercado y clientes (Singh, D., Hanafi, N. 2019 y Hastuti et al., 2022). Asimismo, la digitalización facilita la conexión con proveedores y clientes, permitiendo una mayor agilidad en la cadena de suministro y una mejor comprensión de las necesidades del mercado (Bughin et al., 2018).



Asociado a los principales obstáculos que enfrentan las PyMEs para la incorporación de tecnología es factible identificar algunas barreras tales como: i) la disponibilidad de recursos humanos, ii) la financiación, iii) las condiciones económicas, iv) los socios comerciales y otros (Dahnil et al., 2014; Indrawati, H., Caska., Suarman, S., 2020). En relación con la disponibilidad de recursos humanos, una barrera determinante resulta de la disponibilidad de personas calificadas (Kotelnikov, 2007; OCDE 2012) para atender tanto la incorporación de las nuevas tecnologías como su operación y mantenimiento. La principal problemática vinculada a este aspecto deviene de una demanda insatisfecha por recursos humanos calificados asociada a la necesidad de introducir nuevas tecnologías de producto o de procesos e innovaciones que les permitan a las PyMEs ser más competitivas y continuar con esta dinámica a lo largo del tiempo (Baruj, G. 2017). Desde el punto de vista de la financiación, en la medida que este recurso sea limitado las PyMEs se obligan a ser cautelosas con sus inversiones y gastos de capital siendo estos aspectos determinantes en los procesos de incorporación de tecnología y, si bien la incorporación de estas tecnologías contribuye a mejorar la productividad, no todas las empresas tienen los recursos para implementarlas (Ghobakhloo et al, 2011 y Caballero Marquez., et al 2022).

### ***Industria 4.0 y política pública***

Diversos autores argumentan que el rol de las políticas gubernamentales y el apoyo por parte de los gobiernos de países en desarrollo para el fomento a la incorporación de nuevas tecnologías en las PyMEs es clave (Mazzucato, M. 2014; Fagerberg, 2015; Edler y Fagerberg, 2017 y otros). Existen diversos factores tales como la infraestructura, el apoyo al equipo emprendedor y a los equipos gerenciales, seguridad a todo nivel, el costo de mantenimiento, las competencias y formación, el gasto de inversión y las regulaciones gubernamentales vinculadas al comercio electrónico que pueden obstaculizar la adopción de nuevas tecnologías por parte de las PyMEs (Brum. F., Moleri. J., 2010; Ladokun et al 2013). Parte de las actividades llevadas a cabo por los gobiernos pueden estar orientadas a proporcionar recursos para la adquisición de la infraestructura y mejora de de capacidades necesarias para afrontar el nuevo escenario competitivo.

En el contexto de la heterogeneidad estructural y las desigualdades que se observan dentro de los entramados productivos latinoamericanos, surgen interrogantes sobre la dinámica que estos procesos pueden adoptar. En este sentido, es crucial tener en cuenta las particularidades y características distintivas del sistema empresarial, con el fin de diseñar e implementar instrumentos de apoyo que consideren la diversidad de situaciones que enfrentan los actores económicos.

En el caso particular de la provincia de Santa Fe, en Argentina, es posible advertir un importante grado de diversificación sectorial a nivel productivo. Se aprecia también una infraestructura e institucionalidad extendida en materia de ciencia y tecnología (CyT), que le ha permitido ubicarse de forma competitiva a nivel país a partir de diversas acciones de articulación público-privada y políticas de apoyo, con fuerte énfasis en PyMEs. Más específicamente, el análisis reciente de algunos complejos productivos provinciales como software y servicios informáticos, biotecnología en salud humana, maquinaria agrícola e industria láctea, evidencian el alto impacto que tienen las nuevas tecnologías digitales (Erbes et al., 2019). En este marco, pueden señalarse distintos

programas e instrumentos de política pública a nivel provincial desarrollados en el último período. En primer término, el programa “Santa Fe Transformación Digital I+D+I”, promueve la adopción y transformación digital de las PyMEs santafesinas a través de distintas actividades de sensibilización, diagnóstico, talleres y capacitaciones, financiación de proyectos y asistencia técnica, con el fin de incrementar su productividad y competitividad. En segundo lugar, se destaca el Programa “Santa Fe + Conectada” que busca garantizar conectividad de calidad a las 365 localidades de la provincia. Por último, el Programa “Tecnopyme” vincula y asiste las necesidades de las empresas para el mejoramiento de productos y procesos productivos con la oferta científico- tecnológica y de innovación de la provincia a través de la participación de distintos centros tecnológicos en el plano territorial.

### Metodología

Para cumplir con el objetivo establecido en este estudio, se utilizó la información recopilada de una base de datos generada a partir de un relevamiento realizado en el marco del programa "Santa Fe Transformación Digital I+D+I", realizado por el Ministerio de Producción, Ciencia y Tecnología y el gobierno de la Provincia de Santa Fe, en colaboración con la Universidad Nacional de Rafaela durante el año 2022. El relevamiento consideró 30 empresas PyMEs manufactureras y de servicios que han participado de actividades y seminarios de este Programa. Adicionalmente el relevamiento cuenta con información sobre la adopción, uso de nuevas tecnologías digitales y otros aspectos asociados vinculados con la organización interna y externa de las empresas. Las empresas participantes en el estudio fueron clasificadas según su nivel de adopción de nuevas tecnologías y adicionalmente se caracterizaron en función de las siguientes variables:

- **Sector de actividad económica:** se tiene en cuenta la actividad principal de las empresas encuestadas y a partir de ello se configura una nueva variable que agrupa por similitud a las empresas en cuatro sectores de actividad económica. Las categorías asociadas a la variable **actividad** (*Gráfico 1*) son:

- Alimentos: Agrupa a aquellas empresas relacionadas con la producción, procesamiento y distribución de alimentos. La razón para agrupar estas empresas es que el sector alimenticio a menudo tiene requisitos tecnológicos específicos relacionados con la trazabilidad de alimentos, la automatización de procesos de producción y la gestión de la cadena de suministro.

- Maquinaria y equipo: En este sector se incluyen empresas que fabrican maquinaria industrial y equipo utilizado en diversas industrias. La agrupación se basa en la necesidad común de adoptar tecnologías avanzadas para la automatización de procesos de fabricación y el monitoreo de maquinaria en tiempo real.

- Metalúrgica y automóviles: Este sector comprende empresas relacionadas con la fabricación y transformación de metales, así como la producción de automóviles y componentes automotrices. La razón para agruparlas radica en la necesidad compartida de adoptar tecnologías 4.0 para mejorar la eficiencia en la producción, la calidad de los productos y la gestión de la cadena de suministro.

- Química, biotecnología y ópticas: Este sector abarca empresas que se dedican a la manufactura de productos químicos, productos biotecnológicos y equipos ópticos. La agrupación se justifica por la necesidad de estas empresas de incorporar tecnologías 4.0 para el control preciso de procesos químicos, la investigación y desarrollo de productos biotecnológicos y la fabricación de equipos ópticos de alta precisión. Adicionalmente, son empresas cuya complejidad productiva hace que sea factible agruparlas.

- **Ubicación geográfica:** Se codificó la variable de ubicación geográfica agrupando a las empresas participantes en 4 grandes agregados que permiten diferenciar a la zona objeto de estudio. Así se conformaron los grupos:

- Rafaela y zonas de influencia: Este grupo incluye empresas ubicadas en Rafaela y las áreas cercanas que tienen una interacción significativa con la ciudad en términos económicos, logísticos y geográficos. Estas empresas comparten un contexto geográfico y económico similar, lo que puede influir en su disposición para adoptar tecnologías 4.0. Al agruparlas, se puede evaluar con mayor precisión cómo las dinámicas locales afectan a la adopción tecnológica.

- Rosario y Santa fe: Esta categoría abarca empresas ubicadas en dos grandes centros urbanos de la provincia de Santa Fe. La agrupación se justifica debido a la relevancia económica y el acceso a recursos técnicos y humanos en estas ciudades. Las empresas en esta área pueden enfrentar desafíos y oportunidades específicas que pueden diferir de la ciudad de Rafaela. Esta agrupación permite analizar si el contexto urbano influye en la adopción de tecnologías 4.0.

- Otras ciudades fuera de zona de influencia: Este grupo comprende empresas ubicadas en sitios que no tienen cercanía geográfica con ciudades centrales ni zonas de influencia. Estas empresas pueden enfrentar desafíos distintos en términos de acceso a recursos tecnológicos, capital humano y gestión logística. La inclusión de esta categoría permite evaluar cómo factores como la distancia a centros tecnológicos afectan su adopción tecnológica.

- **Tamaño:** Las empresas encuestadas refieren distintos tamaños, sin embargo como parte del proceso de análisis se seleccionaron únicamente las Pymes que a su vez fueron agrupadas en las siguientes categorías:

- Hasta 20 empleados: Esta categoría incluye a las microempresas y pequeñas empresas que tienen un número limitado de empleados. Estas empresas tienden a operar con recursos y capacidades más limitados en comparación con empresas de mayor tamaño.

- Entre 21 y 50 empleados: Esta categoría incluye también a algunas medianas empresas las cuales suelen tener un nivel moderado de recursos y empleados, lo que les proporciona cierta capacidad para invertir en tecnologías avanzadas. Sin embargo, aún pueden enfrentar desafíos específicos en términos de gestión y financiamiento en comparación con las grandes empresas.

- Más de 50 empleados: Esta categoría engloba a las empresas de mayor tamaño relativo que generalmente tienen más recursos financieros y humanos a su disposición. Suelen estar mejor posicionadas para invertir en tecnologías 4.0.



- **Motivaciones para la incorporación de tecnologías 4.0:** Las motivaciones estaban incluidas dentro del relevamiento y hacían alusión a factores tanto internos como externos. Estos son: mejora en eficiencia; ahorro en costos; mejorar la calidad; reemplazo de personal; mejorar relación con clientes; con proveedores; desarrollo de nuevo producto; de nuevos servicios asociados; de nuevo modelo de negocios. Las empresas encuestadas podían señalar, para cada motivación su relevancia, teniendo las siguientes opciones disponibles a elección: i) Principal motivación, ii) Relevante, pero no es la principal motivación, iii) Poco o nada relevante iv) No aplica. Con esta información se re-codificaron las categorías a fin de obtener una variable descriptiva que resume cada motivación como relevante o no relevante. El mismo grupo de opciones que para las motivaciones se consideró al momento de consultar sobre los **beneficios obtenidos** por las empresas que respondieron el formulario.

- **Obstáculos a la implementación de tecnologías 4.0:** Similar a las motivaciones, los obstáculos estaban incluidos dentro del relevamiento y hacían alusión a factores tanto internos como externos. Las empresas encuestadas podían señalar, para cada obstáculo su importancia, teniendo las siguientes opciones disponibles a elección: i) Principal(es) problema(s), ii) Relevante, pero no es el principal problema, iii) Poco o nada relevante iv) No aplica. Con esta información se re-codificaron las categorías a fin de obtener una variable descriptiva que resume cada obstáculo como relevante o no relevante

A partir de esta información, se emplea una metodología cuantitativa para el análisis, que incluye la creación de indicadores para evaluar el nivel de digitalización de las empresas, así como las relaciones entre las diferentes dimensiones relacionadas con las características de los procesos de digitalización mencionados anteriormente. Además, se consideran las variables referidas al sector de actividad y al tamaño de las empresas. Las relaciones entre estas variables y las mencionadas arriba se evalúan utilizando pruebas de chi cuadrado y residuos estandarizados normalizados.

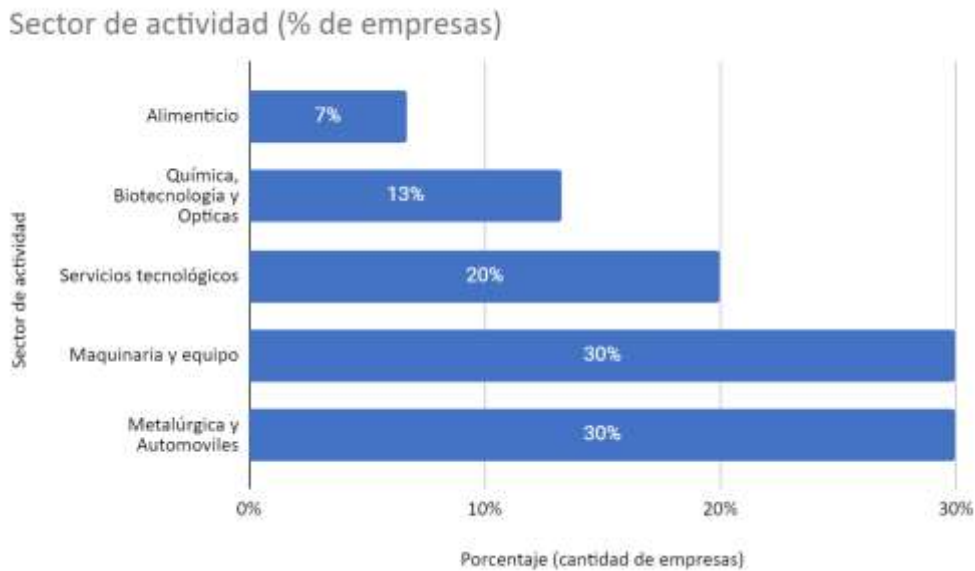
El estudio se encuentra en una fase exploratoria, por lo tanto, no se establecen relaciones de causalidad entre los aspectos analizados. En esta primera aproximación, el objetivo central es describir los rasgos de la adopción tecnológica en las empresas, las motivaciones de dicha adopción y los obstáculos que enfrentan las empresas en este proceso, a fin de avanzar en la propuesta de instrumentos de política que deberían contemplarse al respecto

## Resultados y Discusión

Antes de abordar el estudio del vínculo entre las variables objeto de este análisis, se presentan brevemente las características de las empresas relevadas. En lo que respecta a los sectores de actividad, predominan empresas de Maquinaria y equipo (30%); Metalúrgica e industria automotriz (30%); seguidas por Servicios tecnológicos (20%); Química, Biotecnología y afines (13,3%) y, en menor medida, de la Industria Alimenticia (6,7%) (ver Gráfico 1). En lo que hace a su ubicación geográfica (ver Gráfico 2), todas se encuentran en la Provincia de Santa Fe, aunque están distribuidas en los grandes centros urbanos (33%); Rafaela y su zona de influencia (27%); otras ciudades (40%). En relación con el tamaño de las empresas encuestadas, un 30% de ellas emplea hasta 20 personas; un 33% entre 21 y 50 ocupados y un 37% a más de 50 empleados (ver Gráfico 3). Finalmente, en relación con el tipo de tecnologías incorporadas se destaca que el 60% de

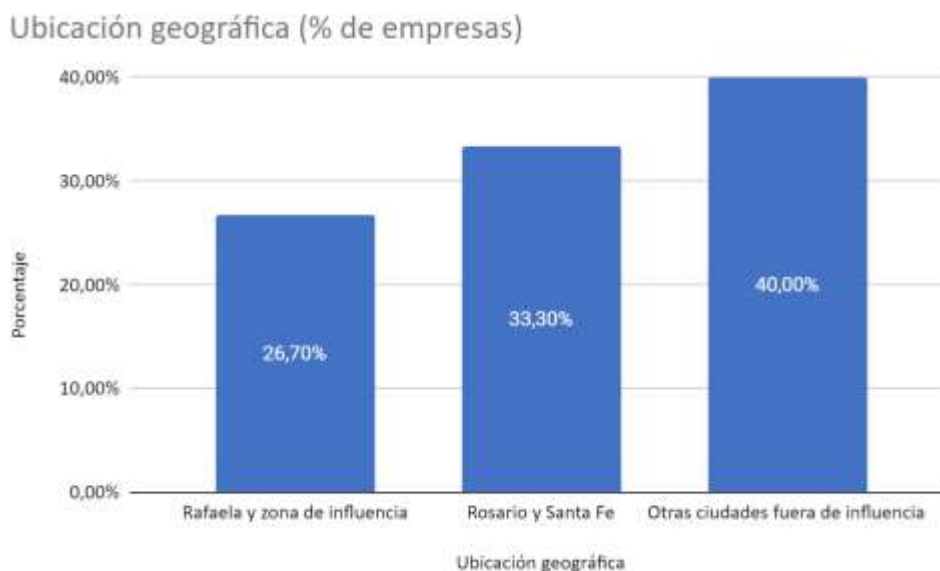
las empresas encuestadas han incorporado *IOT* y el 12% la planea incorporar eventualmente; el 50% de las empresas encuestadas incorporaron *Robótica avanzada* y el 5% planea hacerlo; el 28% incorporó *Impresión aditiva/3D* y el 11% planea hacerlo; el 45% incorporó *Cloud computing* y el 10% planea incorporarla; el 28% incorporó *analítica de grandes datos* y el 6% de las empresas planea incorporarla y el 28% de las empresas ya incorporaron *Inteligencia artificial* a la vez que el 11% planea hacerlo (ver Gráfico 4).

**Gráfico 1. Sector de actividad económica**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del relevamiento.

**Gráfico 2. Ubicación geográfica**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del relevamiento.

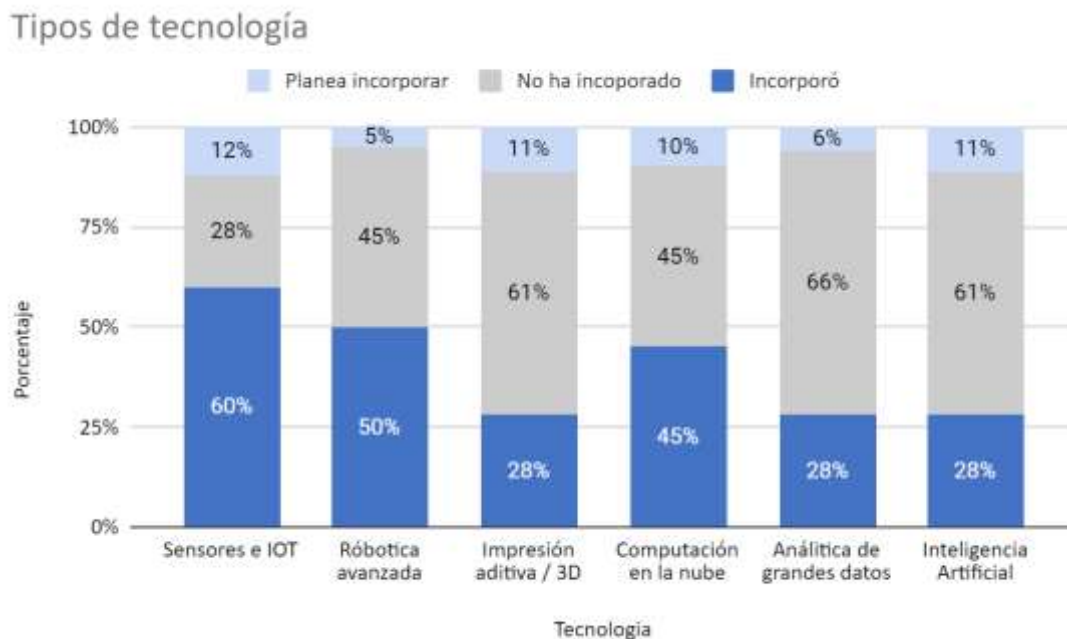


**Gráfico 3. Tamaño según número de ocupados**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del relevamiento.

**Gráfico 4. Tipos de tecnologías**



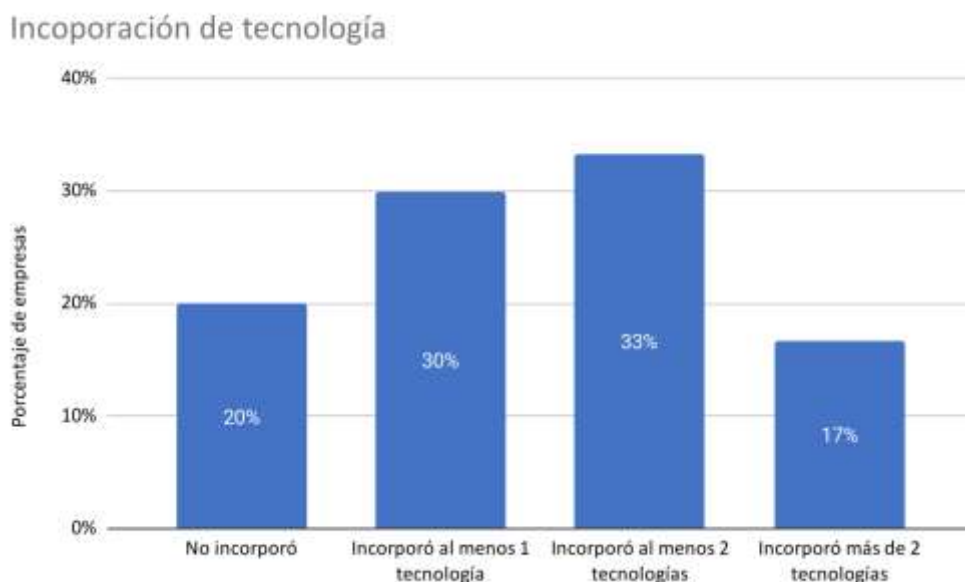
**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del relevamiento.

A partir del indicador de incorporación de tecnologías (ver Gráfico 5), se clasificó a las empresas en diferentes categorías. Se observa que el 20% de los casos estudiados corresponden a empresas que no han incorporado tecnologías avanzadas. En segundo

lugar, se encuentra un 30% de los casos, en los que las empresas han adoptado únicamente una de las tecnologías mencionadas. A continuación, se identificó un grupo constituido por el 33% de las empresas que ha incorporado dos tecnologías. Por último, se destaca un 17% de los casos por un nivel más avanzado, tecnológicamente, puesto que han adoptado más de dos tecnologías.

Un aspecto que se considera relevante, en torno a los procesos de adopción tecnológica, refiere a las motivaciones más importantes al momento de seleccionar la tecnología a adoptar (ver Tabla 1). En este sentido, se han identificado las siguientes: en primer lugar, se destaca el objetivo de alcanzar una mayor eficiencia en los procesos, lo cual es mencionado por el 85% de las organizaciones, tal como se observa en la última columna de dicha tabla. Asimismo, el ahorro en costos es una motivación significativa, mencionada por el 67% de las empresas. Otro aspecto relevante es la búsqueda de una mejora en la calidad de los productos o servicios, mencionada por el 77% de las organizaciones. Además, cerca del 60% de las empresas considera importante mejorar su relación con los clientes como motivación para la adopción tecnológica.

### **Gráfico 5. Indicador de incorporación de tecnología**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del relevamiento.

A su vez, existen algunas motivaciones que se encuentran en diferente medida en las empresas con distintos grados de incorporación de tecnología. Así, el desarrollo de nuevos productos es un objetivo que destaca entre las empresas que incorporaron dos de las tecnologías en estudio. Entre este mismo grupo de firmas también sobresale la motivación referida al ahorro en costos y, en menor medida, el reemplazo de personal, dado que en un 11% de los casos la menciona como relevante, frente al escaso promedio de 4% en el total. Por su parte, entre aquellas empresas que incorporaron más de dos tecnologías sobresale la búsqueda de una mejor relación con los clientes (en un 75% versus un 58% que persigue esta motivación en el total). También la búsqueda de una mejor calidad destaca para este grupo de empresas, ya que todas ellas la señalan como motivación relevante, así como el desarrollo de un nuevo modelo de negocios. Un aspecto



que llama la atención es que en el caso de las empresas que solo incorporaron una de las tecnologías en estudio sólo sobresale, con un nivel de significación del 10%, la búsqueda de mayor eficiencia, y luego no se destacan como relevantes, frente a la media, otras motivaciones, aunque sí resaltan algunas de las cuestiones que **no** son relevantes para ellas. Estas son el desarrollo de nuevos productos, el ahorro en costos, el reemplazo de personal y el desarrollo de nuevos modelos de negocios.

**Tabla 1. Motivaciones para la incorporación de nuevas tecnologías según nivel de incorporación de las mismas (porcentaje de empresas)<sup>2</sup>**

<i>Motivaciones ↓</i>	<i>Categorías de las motivaciones ↓</i>	<i>Indicador de incorporación de tecnología</i>			Media muestral (Número de empresas)
		Incorporó una tecnología	Incorporó dos tecnologías	Incorporó más de dos tecnologías	
Desarrollo de nuevos productos***	Relevante	25%	75%***	50%	40%(10)
	No relevante	75%**	25%	50%	60%(15)
Mayor eficiencia*	Relevante	100%*	78%	100%	85%(23)
	No relevante	0%	22%	0%	15%(4)
Ahorro en costos***	Relevante	50%	78%*	80%	67%(18)
	No relevante	50%**	22%	20%	33%(9)
Reemplazo de personal*	Relevante	0%	11%*	0%	4%(1)
	No relevante	100%*	89%	100%	96%(25)
Mejorar la relación con los clientes***	Relevante	63%	56%	75%** *	58%(15)
	No relevante	38%	44%	25%	42%(11)
Desarrollo	Relevante	38%	50%	100%*	52%(13)

<sup>2</sup> Los asteriscos especifican el grado de significación positiva de las relaciones entre el indicador de incorporación de tecnologías y las variables y sus categorías: \* al 10%; \*\* al 5%; \*\*\* al 1%.

<i>Motivaciones ↓</i>	<i>Categorías de las motivaciones ↓</i>	<i>Indicador de incorporación de tecnología</i>			Media muestral (Número de empresas)
		Incorporó una tecnología	Incorporó dos tecnologías	Incorporó más de dos tecnologías	
nuevo modelo de negocios*	No relevante	63%***	50%	0%	48%(12)
Mejorar la calidad*	Relevante	75%	78%	100%* **	77%(20)
	No relevante	25%	22%	0%	23%(6)

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del relevamiento Santa Fe Transformación Digital I+D+I

Por otro lado, se han identificado obstáculos importantes que las empresas enfrentan al intentar incorporar tecnología en sus operaciones. Uno de los principales obstáculos se relaciona con la disponibilidad de recursos financieros, mencionado por el 52% de las organizaciones. Este obstáculo adquiere mayor relevancia en aquellas empresas que han incorporado más de dos tecnologías. Otro obstáculo significativo se relaciona con la disponibilidad de infraestructura, mencionado por el 48% de las empresas, especialmente aquellas que han adoptado sólo un tipo específico de tecnología. Resulta llamativo el hecho de que sólo el 54% de las empresas considere la disponibilidad de personal calificado como un obstáculo en la actualidad, ya que si bien el porcentaje representa a más de la mitad de los casos, se esperaba encontrarlo como un problema más generalizado.

**Tabla 2. Obstáculos a la incorporación de nuevas tecnologías según nivel de incorporación de las mismas (porcentaje de empresas)<sup>3</sup>**

↓ <i>Obstáculos</i>	<i>Categorías de los obstáculos ↓</i>	<i>Indicador de incorporación de tecnología</i>				Media muestral (Número de empresas)
		No incorporó tecnologías	Incorporó una tecnología	Incorporó dos tecnologías	Incorporó más de dos tecnologías	
Falta de proveedores**	Relevante	0%	25%	50%	60%*	36%(10)
	No relevante	100%*	75%	50%	40%	64%(18)
Oferta de financiamiento***	Relevante	50%	38%	70%*	20%	48%(14)
	No relevante	50%	63%	30%	80%	52%(15)
Falta de recursos humanos***	Relevante	40%	38%	70%*	60%	54%(15)
	No relevante	60%	63%*	30%	40%	46%(13)
Sistema de formación y capacitación insuficiente para nuevos requerimientos**	Relevante	20%	57%	63%*	0%	42%(10)
	No relevante	80%	43%	38%	100%*	58%(14)
Infraestructura de información y comunicaciones débil o insuficiente**	Relevante	0%	29%	50%*	50%	33%(8)
	No relevante	100%*	71%	50%	50%	67%(16)

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del relevamiento Santa Fe Transformación Digital I+D+I.

<sup>3</sup> Ídem.

ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur  
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

Tras la incorporación de tecnologías, es posible identificar los principales efectos de este proceso (ver Tabla 3). En este sentido es factible determinar que al menos el 52% de las empresas que incorporaron tecnologías evidenciaron beneficios asociados al desarrollo de nuevos modelos de negocios, siendo particularmente significativos los de aquellas empresas que incorporaron más de dos tipos de tecnología. Por otro lado, el 40% de las empresas que incorporaron algún tipo de tecnología 4.0 en sus procesos obtuvo un beneficio claro en relación con el desarrollo de nuevos productos. Entre ellas se destacan las que incorporaron dos tipos de estas tecnologías. Finalmente, hay una relación positiva entre aquellas empresas que incorporaron tecnología 4.0 y que tuvieron beneficios asociados con mejoras en su eficiencia (85%). Esta apreciación cobra mayor relevancia para el caso de las firmas que incorporaron sólo una tecnología, ya que todas ellas le asignan relevancia, acorde a los objetivos buscados al introducirlas.

**Tabla 3. Beneficios percibidos como resultado de la incorporación de nuevas tecnologías según nivel de incorporación de las mismas (porcentaje de empresas)**<sup>4</sup>

<i>Beneficios percibidos ↓</i>	<i>Categorías de los beneficios ↓</i>	<i>Indicador de incorporación de tecnología</i>			<i>Media muestral (Número de empresas)</i>
		<i>Incorporó una tecnología</i>	<i>Incorporó dos tecnologías</i>	<i>Incorporó más de dos tecnologías</i>	
Desarrollo de nuevo modelo de negocios**	Beneficio adquirido	38%	50%	100%*	52%(13)
	Sin beneficio adquirido	63%	50%	0%	48%(12)
Desarrollo de nuevos productos*	Beneficio adquirido	25%	75%*	50%	40%(10)
	Sin beneficio adquirido	75%	25%	50%	60%(15)
Mayor eficiencia**	Beneficio adquirido	100%*	78%	100%	85%(23)
	Sin beneficio	0%	22%	0%	15%(4)

<sup>4</sup> Ídem.

<i>Indicador de incorporación de tecnología</i>					
<i>Beneficios percibidos ↓</i>	<i>Categorías de los beneficios ↓</i>	Incorporó una tecnología	Incorporó dos tecnologías	Incorporó más de dos tecnologías	Media muestral (Número de empresas)
	adquirido				

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del relevamiento Santa Fe Transformación Digital I+D+I

Finalmente, y a modo de resumen se destacan los siguientes resultados del estudio:

- Las tecnologías adoptadas, en mayor medida, por las empresas son IOT (60%), Robótica avanzada (50%) y tanto Inteligencia artificial como Analítica de grandes datos, en un 30% de los casos.
- Hay una mayor representación relativa de empresas que han incorporado una sola de estas tecnologías avanzadas. Estas empresas sobresalen porque tienen como motivación principal, en mayor medida, la búsqueda de mejora en la eficiencia.
- Por otro lado, las empresas de tamaño medio, tienen una mayor representación entre aquellas que han incorporado dos tipos de tecnología. Su motivación principal se relaciona con el ahorro de costos, el desarrollo de nuevos productos y la sustitución de personal.
- Entre quienes incorporaron más de dos tecnologías sobresale la búsqueda de una mejor relación con los clientes, también de una mejor calidad, y el desarrollo de un nuevo modelo de negocios.
- Se identifican patrones distintivos en la adopción de tecnología según la ubicación geográfica de las empresas. Mientras que en Rafaela y su zona de influencia predominan las empresas que han adoptado una sola tecnología con una mayor proporción relativa al resto que busca mejorar la calidad y reemplazar personal, en otras ciudades de menor tamaño fuera de esta zona se observa una mayor adopción de dos tecnologías, motivada por el ahorro de costos y la mejora de la relación con los proveedores. En el caso de Rosario y Santa Fe, en cambio, se destaca la adopción de múltiples tecnologías, impulsada por la búsqueda de eficiencia, ahorro de costos, a lo que se suma el desarrollo de nuevos servicios, productos o modelos de negocios.
- Se resalta adicionalmente que tan solo el 4% de las empresas mencionaron como su motivación principal una reducción de su planta de personal.

### Conclusiones

A partir de los resultados presentados, se advierte un nivel aún limitado pero en ascenso de adopción de tecnologías asociadas con la Industria 4.0 en la Provincia de Santa



Fe, dada la cantidad de empresas que han incorporado este tipo de tecnologías. En este contexto, los objetivos asociados a su incorporación, en la mayoría de los casos, se centran en lograr una mayor eficiencia y ahorro en costos, así como en mejorar la calidad de los productos. En menor medida, también se busca avanzar hacia nuevos modelos de negocio o brindar servicios adicionales, especialmente en aquellos casos en los que se ha producido una mayor adopción tecnológica. Se considera relevante destacar la escasa importancia de la motivación relacionada con la reducción o reemplazo de personal a través de la modernización tecnológica.

Adicionalmente, es posible apreciar que existen diferentes niveles de digitalización entre las empresas, siendo las que operan en las grandes ciudades de la Provincia de Santa Fe las que muestran un mayor grado de adopción de nuevas tecnologías. A partir de esta evidencia, resulta interesante plantearse cómo contribuye el marco institucional al avance de la Industria 4.0 en esta Provincia, o si existen otros factores relacionados con la demanda y los requisitos presentes en las grandes ciudades que desempeñan un papel más relevante en el fomento de estas incorporaciones.

Asimismo, se considera importante indagar con mayor profundidad en los procesos de elección de tecnología a adoptar por parte de las empresas ya que, dada la heterogeneidad propia de la dinámica productiva, el tipo de tecnología incorporada varía y responde a necesidades y perspectivas particulares; en este sentido, el proceso de incorporación debe ser planificado y sistemático y la capacidad de integrar estas tecnologías con los procesos internos de la empresa contribuyen a mejorar su nivel de competitividad. Por otro lado, los beneficios en términos de eficiencia derivados de la introducción de nuevas tecnologías digitales en el sector manufacturero pueden manifestarse a través de la reducción de tiempos, costos de producción y eficiencia en la dinámica interna de los procesos, lo cual se logra mediante el acceso en tiempo real a información relativa al proceso productivo. Esto amplía las posibilidades de anticipar problemas potenciales, de mejorar la toma de decisiones, facilitar el diseño de estrategias y de disponer de un mayor conjunto de herramientas que fomentan la adaptabilidad en términos de calidad y oferta.

Distintas situaciones obligan a establecer acciones institucionales y políticas de apoyo que consideren el tipo de adopción de tecnologías digitales asociadas a la industria 4.0, fortaleciendo distintos proyectos que permitan avanzar desde el diseño hasta la internacionalización de productos, como la formación, financiamiento y apoyo científico-tecnológico para brindar en forma constante la oferta de cursos, contenidos y herramientas necesarias.

En este marco, resulta relevante el impulso de programas e instrumentos específicos que puedan responder a las principales necesidades y demandas de las empresas, fundamentalmente PyMEs, en términos de digitalización y adopción de nuevas tecnologías en el proceso productivo.

## Bibliografía

Albrieu, R., Basco, A. I., Brest López, C., De Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M., & Vienni, G. (2019). *Travesía 4.0: Hacia la transformación industrial argentina*. Banco Interamericano de Desarrollo.

- Baum, G. (2015). Hacia una nueva ola en la revolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Argentina
- Baruj, G (2017). Escalamiento productivo y capital humano calificado: un estudio exploratorio / Gustavo Baruj; Fernando Porta; Iván Zweig. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CIECTI, 2017
- BCG (2018). Acelerando el desarrollo de Industria 4.0 en Argentina. The Boston Consulting Group
- Brixner, C., Isaak, P., Mochi, S., Ozono, M., Yoguel, G. (2019). Industria 4.0: ¿intensificación del paradigma tic o nuevo paradigma tecno organizacional? Buenos Aires: CIECTI.
- Brum, F., Moleri, J. (2010). Las TIC, Innovación y Conocimiento: Estrategias, Políticas Públicas y Buenas prácticas. IV Encuentro Iberoamericano sobre Objetivos del Milenio de las Naciones Unidas y las TIC. AHCIET
- Bughin, J., Hazan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlström, P., & Henke, N. (2018). Skill shift: Automation and the future of the workforce. *McKinsey Global Institute*.
- Caballero Marquez, J. A., Mosquera Forero, J. R., Jaimes, Socarras. O. J., (2022) La tecnología 4.0 y su potencial para el mejoramiento de procesos en PyMEs: Una mirada desde la literatura científica. In the proceedings book: International conference on innovation, documentation and education. INNODOCT/22. <https://doi.org/10.4995/INN2022.2022.15762>
- Carmona, R. (2004). Nuevas formas de gobernanza orientadas al desarrollo local. Análisis y perspectivas en el marco de las transformaciones recientes. En *Competitividad y desarrollo en Europa y América Latina: aprendiendo de las experiencias*, ALFA-Building a Research Community for Local Economic Development. Università Ca' Foscari di Venecia-Italia (Project coordinator).
- Carmona, R. (2006). Nuevas formas de gobierno y gestión pública en el escenario local. Algunos ejes de debate para el estímulo de procesos de desarrollo. En Rofman, A. y Villar, A. (Comp.) *Desarrollo local. Una revisión crítica del debate*, Universidad Nacional de Quilmes - Universidad Nacional de General Sarmiento, Espacio Editorial, Buenos Aires, (pp.155-182).
- Carmona, R; Amato Neto, J. y R. Ascúa (2020). Industria 4.0 en empresas manufactureras del Brasil. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/136), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)-Comisión Económica para América Latina, (Cepal) (2012). Perspectivas económicas de América Latina 2013. Políticas de Pymes para el cambio estructural, Cepal, Santiago.

- Coriat, B. (2001). Organizational innovation in European firms: A critical overview of the survey evidence. *The globalizing learning economy*, Oxford University Press, Oxford, New York, 195-219.
- Censo Industrial de Rafaela (2012). ICEDEL. En línea. <http://icedel.rafaela.gob.ar/archivos//BV-PDF/CenIndus2012.pdf>
- Censo Industrial de Rafaela (2018) ICEDEL. En línea. <https://bit.ly/33SSQ75>
- CEPAL (2018). Datos, algoritmos y políticas: la redefinición del mundo digital. Santiago, Chile: CEPAL.
- Dahnil, M. I., Marzuki, K. M., Langgat, J., & Fabeil, N. F. (2014). Factors Influencing SMEs Adoption of Social Media Marketing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 148, 119–126.
- Duman, M., Akdemirn, B. (2021). A study to determine the effects of industry 4.0 technology components on organizational performance, *Technological Forecasting and Social Change*, 167. ISSN 0040-1625.
- Dutta, G., Kumar, R., Sindhvani, R. & Singh, R.K. (2020). Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0. *Competitiveness Review*, 30(3), 289-314. <https://doi.org/10.1108/CR-03-2019-0031>
- Edler, J., Fagerberg, J. (2017). Innovation Policy: What, Why and How. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(1), 2–23.
- Erbes, A., Gutman, G., Lavarello, P., & Robert, V. (2019). *Industria 4.0: Oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe* (Documentos de Proyectos). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a03ff417-5eac-479e-969b-080466df1e47/content>
- European Parliament (2016). Industry 4.0. Bruselas, Bélgica: European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy (ITRE). Policy Department A: Economic and Scientific Policy.
- Fagerber, J. (2015). Innovation policy, national innovation systems and economic performance: In search of a useful theoretical framework, University of Oslo.
- Freeman, C. y C. Pérez (1988). Structural crises of adjustment, business cycles and investment behavior. En Dosi, G., C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg y L. Soete (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Francis Pinter.
- Ghobakhloo, M., Sabouri, M. S., Hong, T. S., & Zulkifli, N. (2011). Information technology adoption in small and medium-sized enterprises; an appraisal of two decades literature. *interdisciplinary Journal of Research in Business*, 1(7), 53-80.
- Hastuti, T. D., Sanjaya, R., & Koeswoyo, F. (2022). The readiness of Lasem Batik small and medium enterprises to join the metaverse. *Computers*, 12(1), 5.
- Indrawati, Henry., Caska., Suarman, Suarman (2020). Barriers to technological innovations of SMEs: how to solve them? *International Journal of Innovation Science*, 12(5), 2020, 545-564.

- Informes Observatorio Industrial de Rafaela. ICEDEL. En línea. <http://icedel.rafaela.gob.ar/node/72#overlay-context=node/72>
- Kotelnikov, V. (2007). *Small and Medium Enterprises and ICT*. Asia-Pacific Development Information Programme. E-Primers for the Information Economy, Society and Polity.
- Ladokun. I. O., Osunwole, O.O., & Olaoye. B.O. (2013). Information and Communication Technology in Small and Medium Enterprises: Factors affecting the Adoption and use of ICT in Nigeria. *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, 2(6), 74-84.
- León García, O.A. (2020). Tecnologías de la industria 4.0 en la innovación de la cadena de valor de las PYMES. En *La industria 4.0, desde la perspectiva organizacional*. Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero, Santa Ana de Coro, Falcón, Venezuela.
- Maggi, C.; Ramos, M. y R. Vergara (2020). Adopción de tecnologías digitales 4.0 por parte de pequeñas y medianas empresas manufactureras en la Región del Biobío (Chile). Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/133), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Marques, M., Agostinho, C., Zacharewicz, G., Jardim-Gonçalves, R., Preuveneers, D., Ilie-Zudor, E. (2017). Decentralized decision support for intelligent manufacturing in Industry 4.0. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(3), 299–313. <https://doi:10.3233/AIS-170436>
- Mazzucato, M. (2014). *El Estado emprendedor. Mitos del sector público frente al privado*. Editorial RBA libros. Barcelona. España.
- Motta, J. J., Morero, H., & Ascúa, R. (2019). Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina (Documentos de Proyectos). Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Pérez, C. (2002), *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Londres, Elgar.
- Ravinder Kumar, Rajesh Kr. Singh, Yogesh Kr. Dwivedi (2020). Application of industry 4.0 technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges. *Journal of Cleaner Production*, 275, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124063>
- Schroeder, W. (2016) La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización. Madrid: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Singh, D. S. M., & Hanafi, N. B. (2019). Disruptive Technology and SMEs Performance in Malaysia. *International Journal of Academic Research Business and Social Sciences*, 9(12), 136–148.
- Stewart, W., Coulson, S., y Wilson, R. (2007). Information Technology: When is it Worth the Investment? *Communications of the IIMA*, 119(3). Disponible en: <https://scholarworks.lib.csusb.edu/ciima/vol7/iss3/11/>

Wang, B., Ha-Brookshire, J.E. (2019). Perceived Cost of New Technology Adoption: Scale Development in the Context of Chinese Textile and Apparel Firm Managers.