

DOSSIER

Tecnologías 4.0: condiciones de acceso y uso en pequeñas y medianas empresas de Argentina

Technologies 4.0: conditions of access and use in small and medium-sized enterprises in Argentina

DOI: <https://doi.org/10.63207/9w99yh13>

Susana Morales

Universidade Federal da Bahia. Brasil

susanamoraes@unc.edu.ar

Belén Fernández Massara

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina

Elizabeth Vidal

Universidad Nacional de Córdoba. Argentina

Resumen. Este artículo presenta algunos resultados preliminares del proyecto de investigación “Tecnologías 4.0 en PyME: políticas públicas, expectativas y condiciones actuales de su integración”. Específicamente, refiere al objetivo específico centrado en determinar las expectativas, necesidades y experiencias de las PyMEs en los sectores de Información y Comunicaciones y Transporte y Almacenamiento respecto a la incorporación de tecnologías 4.0.

Se empleó una metodología cualitativa, basada en entrevistas semiestructuradas en profundidad a responsables de PyMEs seleccionadas en tres ciudades de Argentina.

Los resultados preliminares muestran que las PyMEs se encuentran en diferentes niveles de digitalización, dependiendo del sector de que trate, utilizando desde software básico hasta tecnologías avanzadas como IA, AA e IoT. Las principales motivaciones son la mejora de la eficiencia y productividad, así como la búsqueda de innovación. Los desafíos clave incluyen los costos de implementación, la falta de conocimiento interno, la resistencia al cambio y las dificultades de financiamiento. Entre los riesgos percibidos, se destaca el posible desplazamiento de empleados por automatización. Se identifica una necesidad de políticas públicas que apoyen el acceso a financiamiento y la capacitación.

Las conclusiones resaltan que la adopción de tecnologías 4.0 es incipiente pero creciente. Existe una necesidad recurrente de políticas públicas que apoyen el acceso a financiamiento y la capacitación, siendo la conciencia sobre estas políticas limitada.

Palabras clave. Tecnologías 4.0; Transformación digital; Pequeñas y medianas empresas (PyMEs); Acceso y apropiación tecnológica; Políticas públicas

Abstract. This article presents some preliminary results from the research project “4.0 Technologies in SMEs: Public Policies, Expectations, and Current Conditions for Their Integration.” Specifically, it refers to the specific objective focused on determining the expectations, needs, and experiences of SMEs in the Information and Communications and Transportation and Storage sectors regarding the incorporation of 4.0 technologies.

A qualitative methodology was used, based on in-depth semi-structured interviews with managers of SMEs selected in three cities in Argentina.

The preliminary results show that SMEs are at different levels of digitization, depending on the sector in question, using everything from basic software to advanced technologies such as AI, AA, and IoT. The main motivations are improved efficiency and productivity, as well as the search for innovation. Key challenges include implementation costs, lack of internal knowledge, resistance to change, and financing difficulties. Among the perceived risks, the possible displacement of employees due to automation stands out. A need for public policies that support access to financing and training is identified.

The conclusions highlight that the adoption of 4.0 technologies is in its infancy but growing. There is a recurring need for public policies that support access to financing and training, with awareness of these policies being limited.

Keywords. Technologies 4.0; Digital transformation; Small and medium-sized enterprises; Access to and appropriation of technology; Public policies

INTRODUCCIÓN

En el marco del protagonismo que han cobrado las tecnologías digitales en los diversos ámbitos de la vida social, las posibilidades de adopción de la llamada industria 4.0 o tecnología 4.0 generan expectativas en la reorganización y mejora de empresas de diverso rubro. En la Argentina, el concepto remite a la toma de decisiones en torno a la interconectividad, la automatización y los datos en tiempo real. Asimismo, reconfigura la producción de bienes y/o servicios, la gestión empresarial, las relaciones con clientes y proveedores y, en un sentido más amplio, impacta en los modelos de negocios. Y, de acuerdo al Plan de Desarrollo Productivo (2021), la industria 4.0 remite a la incorporación gradual de distintos componentes tecnológicos novedosos, como Internet de las cosas, Robótica, Inteligencia Artificial y Ciberseguridad.

Estos procesos no relegan la importancia de las tensiones que la aplicación posible o concreta que estas tecnologías suscitan, entre los desafíos que afrontan las empresas para mejorar sus condiciones de competitividad y los temores de trabajadores y trabajadoras de que estas innovaciones resulten en la reducción o reemplazo de las fuentes laborales.

Ahora bien, estas posibilidades entran en contradicción con la profunda crisis económica que atraviesa nuestro país. La actual presidencia de Javier Milei ha frenado por completo los programas de apoyo a la industria, como medida de ajuste del Estado en todas sus áreas. Más allá de sus objetivos y estructuras internas, las pequeñas y medianas empresas (PyME) difícilmente estén en condiciones de emprender algún grado de integración de tecnologías 4.0. La consecuencia de las medidas del gobierno ha sido una caída sostenida de la actividad económica, incluso el cierre de empresas y la suspensión o despido de grandes masas de trabajadores/as. En contraste, distintos organismos han advertido sobre el rol fundamental del Estado en implementar políticas públicas que propicien, gestionen y acompañen iniciativas de integración tecnológica (a nivel de acceso al equipamiento

mediante líneas de financiamiento, información y capacitación), al tiempo que atenúen los efectos negativos en la cantidad y calidad de las fuentes de trabajo.

Este trabajo presenta algunos resultados preliminares del proyecto de investigación “Tecnologías 4.0 en PyME: políticas públicas, expectativas y condiciones actuales de su integración”, financiado por el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT – Argentina) a través de la convocatoria PICTO 2022 REDES Tecnologías 4.0 en PyME: políticas públicas, expectativas y condiciones actuales de su integración. El proyecto está integrado por equipos de investigación radicados en seis universidades públicas del país, ubicados en las ciudades Comodoro Rivadavia, Córdoba, La Plata, Olavarría, localidades del Conurbano Bonaerense y Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La investigación se propone como objetivo general producir conocimiento que contribuya a la implementación de las políticas públicas sobre integración de tecnologías 4.0 en PyME argentinas, así como con su monitoreo, supervisión y capacidad de adaptación, sistematicidad y sostenibilidad. El estudio se focaliza en dos ramas de actividad: Información y Comunicaciones, y Servicio de Transporte y Almacenamiento.

El presente trabajo presenta los resultados referidos a uno de los objetivos específicos del proyecto: determinar las expectativas, necesidades y experiencias existentes en las empresas PyME de los sectores de servicios de las ramas de actividad de Información y Comunicaciones, y Servicio de Transporte y Almacenamiento, en relación a la incorporación de tecnologías 4.0 en sus cadenas de valor: trayectorias digitales (tipos de tecnologías incorporadas o en proceso de incorporación; obstáculos y facilitadores de la adopción; percepción de beneficios); proyectos desarrollados, problemáticas legales, requerimientos de asesoramiento, equipamiento, financiación y otras modalidades de intervención de políticas públicas y de cambios en los perfiles y demandas de capacitación.

Pretendemos aportar al espacio de reflexión en torno a los modos en que los sujetos se relacionan con las tecnologías digitales en términos de apropiación y uso digital, en este caso, en los sistemas de producción económica. El proceso de investigación comprendió, en una primera instancia, la delimitación empírica del universo de PyME de las ciudades seleccionadas, a través de variables como antigüedad, cantidad de trabajadores/as, etc., basadas en fuentes disponibles en organismos públicos, instituciones privadas, cámaras empresarias y otras. Una vez elaborada la cartografía para cada área, se seleccionaron los casos que integraron el estudio. Al diseño de la muestra y de los instrumentos de recolección, les siguió la realización de entrevistas en profundidad a los responsables, empresarios y decisores de PyME. A continuación, los datos se sometieron a la codificación y sistematización en matrices de análisis, desde una metodología cualitativa.

Lo que se comparte en este artículo se centra en una de las dimensiones principales de la integración de tecnologías 4.0 como es el acceso y los usos de las tecnologías 4.0. Se exploran cuestiones tales como: de qué manera los entrevistados enteraron de la existencia de estas tecnologías, si tuvieron o tienen asesoramiento y de qué tipo, de qué manera accedieron al mismo, cuál fueron las dificultades más importantes para disponer de la tecnología, quiénes y cómo facilitaron los procesos para acceder al equipamiento (líneas de financiamiento, actores clave, cámaras de empresas, etc).

A partir de este caso, el trabajo pretende recuperar algunas categorías de análisis capaces de problematizar el acceso y el uso de las tecnologías 4.0. Resulta evidente que el acceso no es suficiente para lograr la transformación digital, ya que también son necesarios el dominio de lo técnico y el conocimiento que permite usarlos. De allí que hay que comprender la adopción de tecnologías en términos de su apropiación. Esto admite un señalamiento: en las prácticas de apropiación digital se establece una relación fuerte y cercana con las habilidades para su manejo y el horizonte educativo-cultural de los usuarios (Crovi Druetta, 2022). En tanto no es reductible al acceso material a equipamiento o dispositivos, reclama aproximaciones a los aspectos simbólicos: las significaciones, percepciones y valoraciones que los propios actores atribuyen a esos accesos en sus condiciones laborales, condicionando sus sentidos y posibilidades en la práctica. Entonces, nuestro análisis también abordó cuestiones referidas a estos aspectos mencionados.

El contexto de nuestra investigación es un panorama de profunda crisis económica que transita el país, lo cual redundo no solo en un grado bajo o limitado de integración de tecnología 4.0 en las distintas áreas productivas. También revela la falta de capacitación o de experiencias formativas que direccionen los procesos de gestión al interior de las PyME, alienten otro nivel de expectativas en función de sus necesidades, y generen modos de concientización sobre sus oportunidades y sus riesgos.

Como ya anticipamos, el presente artículo se propone analizar el proceso de transformación digital 4.0 en PyMEs argentinas a partir de un enfoque cualitativo, basado en entrevistas semiestructuradas con actores que integran dichas empresas. A partir del análisis de sus discursos, se buscó identificar percepciones, estrategias, obstáculos y buenas prácticas vinculadas al acceso, la incorporación y el uso de tecnologías 4.0, y de este modo comprender cómo estas organizaciones están transitando —o resistiendo— un proceso de cambio que, lejos de ser meramente tecnológico, interpela profundamente sus estructuras organizativas, su cultura institucional y su posicionamiento en el tejido productivo nacional.

El artículo está organizado en cinco ejes o dimensiones analizadas, distribuidas en las siguientes secciones:

1. La transformación digital 4.0
2. Usos de tecnologías 4.0
3. Acceso a tecnologías y financiamiento
4. Capacitación para el uso de tecnologías digitales.
5. Percepción de beneficios y desafíos de las Tecnologías 4.0.

1. La transformación digital 4.0

En las últimas décadas, la transformación digital ha emergido como un proceso ineludible para las organizaciones en general y de la producción económica en particular, en el marco de esta nueva etapa del capitalismo que ha sido denominada de diferentes maneras: tecnofeudalismo (Durand, 2021; Varoufakis, 2024), capitalismo de datos (Mayer-Schönberger, V. y Ramge, T., 2018), capitalismo de vigilancia (Zuboff, 2020), dataísmo (Harari, 2016), colonialismo de datos (Couldry y Mejías, 2019), colonialidad digital (Scasserra y Martínez Elebi, 2021); capitalismo de plataformas (Srnicke, 2018), necrotecnopolítica (Ricaurte Quijano, 2023).

En este contexto, el concepto de transformación digital 4.0 ha adquirido una relevancia creciente, especialmente en el marco de la denominada Industria 4.0, entendida como la cuarta revolución industrial. Este paradigma se caracteriza por la convergencia de tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), la analítica de datos (Big Data), la robótica avanzada, la impresión 3D, la automatización inteligente y la computación en la nube, entre otras (Schwab, 2016; Da Costa Pimenta *et al.*, 2025), aplicadas a los modelos de negocio, operaciones y cultura organizacional de las empresas.

A diferencia de etapas anteriores de digitalización, que se centraban en la informatización de procesos aislados, la Transformación Digital 4.0 implica una reconfiguración sistémica de las organizaciones, donde la interconectividad, la descentralización de la toma de decisiones, la eficiencia basada en datos y la adaptabilidad se vuelven pilares estratégicos (Medina Chicaiza *et al.*, 2022; López *et al.*, 2022). Según Medina Chicaiza *et al.* (2022), se trata de un proceso de reconversión tecnológica, organizacional y cultural, que afecta transversalmente las estructuras, estrategias y dinámicas internas de las empresas. La digitalización deja de ser un objetivo en sí mismo para convertirse en

una herramienta al servicio de modelos de negocio más adaptativos, interconectados y orientados a la eficiencia y la innovación.

Dado que es un proceso complejo, multidimensional y estructural que trasciende la simple adopción tecnológica, su estudio en el contexto de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) requiere una mirada integral que considere tanto las capacidades tecnológicas como los factores humanos, culturales y organizacionales que intervienen en su implementación. En este marco, nos interesa destacar a priori, cuatro dimensiones relevantes que cualquier análisis sobre el tema debería considerar, elaborado a partir de una revisión de la literatura académica sobre transformación digital 4.0 en PyMEs (Schwab, 2016; Medina Chicaiza *et al.*, 2022; Wiese *et al.*, 2024). Estas dimensiones permiten organizar de manera integrada los principales factores tecnológicos, humanos y contextuales que inciden en los procesos de digitalización en las empresas. Ellas son las dimensiones de las tecnologías habilitadoras, la cultura y liderazgo organizacional, las competencias digitales del sector de las trabajadoras y los trabajadores. Y finalmente las condiciones contextuales.

A. Tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0

La transformación digital en el marco de la Industria 4.0 se sustenta en un conjunto de tecnologías emergentes que permiten la automatización, digitalización e interconectividad de procesos productivos y de gestión. Entre las más destacadas se encuentran:

- Internet de las Cosas (IoT): sensores que permiten monitorear en tiempo real procesos industriales o logísticos.
- Big Data y analítica de datos: para la toma de decisiones basadas en evidencia.
- Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático: para automatizar tareas complejas y optimizar procesos.
- Computación en la nube (cloud computing): que facilita el acceso flexible a software, datos y servicios.
- Robótica colaborativa y automatización inteligente: que aumentan la productividad.

Estas tecnologías operan de manera interconectada, generando ecosistemas inteligentes que permiten procesos adaptativos, personalización masiva y trazabilidad en tiempo real (Schwab, 2016; Medina Chicaiza *et al.*, 2022).

B. Cultura y liderazgo organizacional

La literatura destaca que el éxito de los procesos de transformación depende en gran medida de la apertura al cambio, la visión estratégica del liderazgo y la capacidad de adaptación organizacional (Wiese *et al.*, 2024). Las PyMEs con estructuras jerárquicas rígidas o liderazgo poco innovador tienden a resistir la implementación de tecnologías disruptivas, mientras que aquellas con liderazgos participativos, ágiles y orientados al aprendizaje muestran mayores niveles de adopción.

La transformación digital requiere un liderazgo que actúe como facilitador del cambio, promoviendo una cultura de innovación, colaboración interfuncional y toma de decisiones basada en datos (López *et al.*, 2022).

C. Competencias digitales del sector de las trabajadoras y los trabajadores

Otro eje clave es la disposición al aprendizaje y desarrollo de competencias digitales por parte de trabajadoras y trabajadores. La incorporación de tecnologías digitales demanda perfiles profesionales con habilidades específicas en software, análisis de datos, automatización y ciberseguridad, entre otras áreas.

Egodawele *et al.* (2022) señalan que los procesos de transformación requieren estrategias de capacitación continua y desarrollo de capacidades internas para evitar la dependencia externa y garantizar una integración efectiva de las tecnologías digitales. Además, el compromiso con el proceso de cambio por parte de las personas que trabajan dentro de las empresas, está altamente correlacionado con sus niveles de competencia digital y confianza en el uso de las tecnologías.

Sin embargo, muchas PyMEs presentan déficits de formación digital, especialmente en sectores tradicionales o fuera de los grandes centros urbanos. En Argentina, las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) enfrentan desafíos particulares. Es para destacar que son un sector clave para la economía argentina por su capacidad de generación de empleo y dinamismo productivo: representan aproximadamente el 99% del total de empresas del país y generando más del 70% del empleo privado (Ministerio de Producción y Trabajo, 2023). Es decir, son protagonistas fundamentales del entramado productivo argentino. En ese sentido, las tecnologías digitales pueden permitir a las PyMEs mejorar su competitividad, optimizando procesos, reduciendo costos, mejorando la trazabilidad y facilitando la personalización de productos y servicios (Egodawele *et al.*, 2022). Por otro lado, puede permitir ampliar sus mercados y desarrollar productos o servicios con mayor valor agregado. La digitalización, cuando se implementa estratégicamente, permite a estas empresas posicionarse de manera más eficaz en mercados globales, acceder a redes de valor más sofisticadas y responder con mayor agilidad a cambios en la demanda. De este modo, la incorporación progresiva de soluciones como plataformas digitales, sensores inteligentes o sistemas de gestión integrados puede convertirse en un facilitador en orden a su sostenibilidad y crecimiento a largo plazo (Da Costa Pimenta *et al.*, 2025).

D. Condiciones contextuales

La literatura destaca que la transformación digital no es un proceso homogéneo, sino que se encuentra mediado por factores contextuales, como el sector económico, el tamaño de la empresa, el nivel de madurez digital, el estilo de liderazgo y la cultura organizacional (Wiese *et al.*, 2024).

En países como Argentina, la transformación digital se ve atravesada por una serie de condiciones estructurales y coyunturales que actúan tanto como obstáculos como potenciales facilitadores. Entre los principales obstáculos se destacan:

- La falta de financiamiento para inversión tecnológica.
- La incertidumbre y volatilidad macroeconómica.
- El acceso desigual a infraestructura digital.
- La informalidad laboral y organizacional en algunos sectores.

No obstante, algunos autores señalan la existencia de oportunidades asociadas a políticas públicas de incentivo, la reducción de brechas geográficas mediante digitalización, y la posibilidad de insertarse en cadenas de valor más dinámicas y globales (Baritto *et al.*, 2020; Da Costa Pimenta *et al.*, 2025).

De este modo, la transformación digital 4.0 en las PyMEs puede ser entendida como un proceso tecnológico, organizacional y cultural, en el que la adopción de tecnologías emergentes interactúa con las capacidades internas, el entorno institucional y el contexto socioeconómico en el que las empresas están insertas. Comprender estas dimensiones permite identificar tanto las potencialidades como los límites del proceso de digitalización en el contexto argentino, y ofrece un marco conceptual pertinente para interpretar los discursos y experiencias relevadas en los estudios cualitativos, como el que presentamos en adelante.

2. Usos de tecnologías digitales

Las entrevistas revelan una variedad de tecnologías utilizadas por las empresas, que van desde herramientas digitales básicas hasta tecnologías más avanzadas consideradas dentro del espectro de la Industria 4.0.

- **Software de gestión y productividad:** se mencionan sistemas de gestión de proyectos como Jira, ASANA, software de facturación, hojas de cálculo como Excel, y software de procesamiento de texto. Estos son fundamentales para la organización interna, la gestión de tareas y la administración de la información.
- **Servicios en la nube:** el uso de servicios en la nube para el almacenamiento de información, correo electrónico, y acceso a software es una constante en varias empresas. Esto facilita el trabajo remoto y el acceso a la información desde diferentes ubicaciones.
- **Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (AA):** una de las empresas entrevistadas se dedica al desarrollo de una plataforma basada en modelos grandes de lenguaje (como GPT) con capacidades multimodales y agentes virtuales. Otra de las empresas se especializa en IA/AA, desarrollando modelos predictivos, reconocimiento de imágenes (visión artificial), y aplicaciones de AA en dispositivos IoT. Se menciona el uso de los servicios de IA de Amazon en el pasado.
- **Internet de las Cosas (IoT):** una de las PyME trabaja en el desarrollo de medidores de energía inteligentes y la integración de modelos de AA en dispositivos pequeños como lentes para discapacitados visuales. Otra de las empresas está experimentando con lentes de visión para asistencia remota.
- **Tecnologías de comunicación y localización:** algunas de las empresas del sector logística, utilizan códigos QR para la gestión de la información de los choferes, sistemas de posicionamiento satelital (GPS) para el seguimiento de unidades de transporte. También plataformas de comunicación como Intercom y Zendesk (prototipo).
- **Impresión 3D:** es mencionada como una herramienta útil pero no central para algunas empresas. Una de ellas la utiliza para fabricar gabinetes para mini-computadoras.
- **Análisis de datos y Business Intelligence:** una de las empresas analizadas está implementando Power BI para la recopilación y visualización de datos en dashboards.
- **Sistemas de gestión empresarial (ERP):** aunque no se mencionan explícitamente con ese nombre, el programa para facturar con conexión a AFIP y los sistemas internos de las empresas cumplen funciones similares y son utilizados por varias empresas.

Esta diversidad de tecnologías refleja los diferentes niveles de adopción digital en las PyME argentinas. Algunas empresas se encuentran en un nivel básico de digitalización (uso de correo electrónico y software básico), mientras que otras (principalmente las del sector Información y Comunicaciones) están explorando o desarrollando activamente tecnologías más avanzadas como IA, AA e IoT, lo que podría generar oportunidades de innovación pero también desafíos competitivos.

En cuanto a las motivaciones o propósitos esgrimidos por las y los entrevistados en relación al uso de esas tecnologías, estos varían significativamente entre las empresas. Por un lado, lo que tiene que ver con la mejora de la eficiencia operativa y la productividad. Es decir, cuestiones tales como la automatización de tareas administrativas (facturación, gestión de documentos), optimización de rutas y consumo de combustible en el transporte, gestión de proyectos y tareas, comunicación interna y externa, y acceso remoto a la información, son algunos de los aspectos que las tecnologías aportan a esa mejora de la productividad de las empresas.

En este sentido, algunas de estas motivaciones que están detrás de la incorporación de ciertas herramientas digitales, están más vinculadas a cuestiones de tipo operativo, tales como el cumplimiento de normativas (conexión con la AFIP para la facturación electrónica) o aspectos vinculados a la Seguridad y control, con el monitoreo de unidades de transporte, auditorías de seguridad e higiene.

Por otro lado, la idea de innovación y desarrollo de nuevos productos/servicios está presente como horizonte en la voz de los y las entrevistadas (particularmente las del sector Información y Comunicaciones), con el desarrollo de plataformas de IA, creación de dispositivos IoT con capacidades de AA, y exploración de nuevas formas de prestar servicios (ingeniero virtual, asistencia remota).

La mejora de la relación con clientes y proveedores, es otra de las motivaciones que los y las entrevistadas identifican como aspecto importante a la hora de pensar en las tecnologías digitales en general y en particular las 4.0.

Finalmente, aunque no es preponderante, la recopilación y análisis de datos para obtener información útil para la gestión y la toma de decisiones (Power BI), así como el análisis cuantitativo con modelos predictivos, responde a una preocupación orientada al análisis de datos para la toma de decisiones.

La exploración de la IA y el IoT por algunas empresas también indica un intento de innovar en sus modelos de negocio.

En relación a la cuestión de quiénes son las áreas que más utilizan las tecnologías, no se limita a un único rol o departamento dentro de las empresas, así como también el tipo de tecnologías al que tienen acceso y uso es diferente según el puesto de trabajo y el sector de qué se trate (Servicio de Transporte y Almacenamiento o Información y Comunicaciones). Así, se pueden identificar una diversidad de actores y recursos utilizados. Entre ellos, se puede mencionar el sector de administración, quienes utilizan software de gestión, hojas de cálculo, servicios en la nube para tareas administrativas, contables y de gestión general. El personal del área de operaciones/Logística, emplean sistemas de seguimiento (GPS), aplicaciones móviles para reportar información (códigos QR y ASANA), y acceden a información operativa a través de plataformas digitales. Los choferes/transportistas, interactúan con la tecnología a través de aplicaciones móviles para reportar información de viaje y, en algunos casos, los vehículos cuentan con software avanzado para la optimización del rendimiento.

En cuanto al sector de técnicos/especialistas (desarrolladores de IA/AA, ingenieros), utilizan software específico para su área de trabajo.

Los directivos/gerentes, son quienes acceden a la información general de las empresas a través de sistemas en la nube y están involucrados en la toma de decisiones sobre la incorporación de nuevas tecnologías.

La amplia gama de usuarios de la tecnología en las empresas subraya la transversalidad de la transformación digital. Sin embargo, las entrevistas también sugieren que el nivel de sofisticación en el uso y la necesidad de capacitación pueden variar significativamente según el rol y el nivel educativo del empleado/a, así como el sector de que se trate (Servicio de Transporte y Almacenamiento o Información y Comunicaciones).

Precisamente, este aspecto es relevante en cuanto a nuestro proyecto, ya que buscamos comprender las percepciones y requerimientos de capacitación de las trabajadoras y los trabajadores ante la implementación de tecnologías 4.0, y a ello nos vamos a referir más adelante.

3. Acceso a tecnologías y financiamiento

El modo en que las personas entrevistadas que forman parte de las PyMEs se enteran de la existencia y características en general de las llamadas Tecnologías 4.0 es variada, desde la propia investigación y desarrollo hasta la experiencia de sus integrantes, la información de proveedores y la participación en eventos o la búsqueda de soluciones a problemas específicos. El asesoramiento es principalmente interno o se busca de manera puntual a través de cursos y la contratación de expertos externos, con costos asociados a la formación y los servicios profesionales. Sin embargo, de acuerdo a lo referido por las personas entrevistadas, se observan dificultades al interior de las empresas para consolidar conocimientos técnicos (incluso muchas veces básicos), o acceso a determinados software o hardware específicos que les permitan un mayor aprovechamiento de las tecnologías 4.0.

El acceso a financiamiento público parece ser un desafío, con experiencias de procesos burocráticos complejos y resultados inciertos, además del desconocimiento acerca de las oportunidades existentes.

En general, los entrevistados mencionan como actores clave a los proveedores de tecnología (como Google, OpenAI), las instituciones educativas (como la UBA y la Universidad Nacional de Córdoba, la UNISEN en Tandil, IAE), y en menor medida, las cámaras empresarias y el Estado a través de posibles políticas públicas y líneas de financiamiento para facilitar el acceso a la tecnología mediante cursos y capacitaciones.

Específicamente, uno de los entrevistados que trabaja en una empresa de desarrollo de software destacó la importancia de la vinculación con la academia para incorporar conocimiento específico.

En este sentido, una de las personas entrevistadas menciona que su empresa participó en el Ministerio de Producción para acceder a una Asignación No Reembolsable (ANR) para la industria 4.0, pero el proceso fue complicado y no obtuvieron resultados. También señala la falta de inversión del sector público en ciencia y tecnología como un problema. Varias empresas (de acuerdo a los dichos de las personas entrevistadas) optan por financiamiento privado, sea por parte de las grandes tecnológicas o eventualmente de bancos (aunque estos últimos en menor medida).

Es por ello que las principales dificultades para la adopción de tecnologías 4.0 incluyen los costos de implementación, la falta de conocimiento interno y la complejidad de estas tecnologías. Los aspectos facilitadores en relación a la capacitación identificados son, principalmente, los proveedores de tecnología, las instituciones educativas y, potencialmente, las políticas públicas y las cámaras empresariales. Aunque la efectividad de estos últimos parece ser limitada según las experiencias compartidas.

4. Capacitación para el uso de tecnologías digitales.

La capacitación para el uso de tecnologías 4.0 se aborda de diversas maneras en las empresas donde trabajan las personas entrevistadas. La primera forma de capacitación y crecimiento profesional se da a través de aprendizaje autodidacta y por experiencia. Las personas que trabajan en las empresas a menudo aprenden a utilizar nuevas herramientas a través de la práctica y la experimentación, motivado muchas veces por la curiosidad individual. Esto se combina con una forma de capacitación informal interna, que consiste en compartir conocimientos entre colegas y con personas de más experiencia. Por otro lado, algunas empresas invierten en cursos formales para sus trabajadoras y trabajadores, tanto online (data analytics, Power BI) como presenciales (diplomaturas en ciencia de datos e IA). En algunos casos, la empresa paga por especializaciones universitarias relacionadas con tecnologías, en otros casos las empresas contratan expertas y expertos académicos para acelerar la incorporación de conocimientos específicos, lo cual sugiere una incipiente vinculación con el sector académico universitario.

En el caso de software “enlatado” (listo para usar), el aprendizaje es más intuitivo, o la capacitación es proporcionada por proveedores, aunque suele ser mínima.

Un aspecto que fue mencionado es la existencia de reuniones de equipo para compartir novedades, promovidas por las propias empresas, donde las trabajadoras y los trabajadores comparten lo que han aprendido sobre tecnologías que se van incorporando.

Esta diversidad en las estrategias de capacitación refleja la falta de un enfoque único y estructurado en todas las PyME. La importancia de la capacitación continua es reconocida por algunas empresas, especialmente en áreas tecnológicas dinámicas. Sin embargo, se señala la dificultad para encontrar personal local capacitado en tecnologías avanzadas, lo que subraya la importancia de políticas públicas en este ámbito.

5. Percepción de beneficios y desafíos de las tecnologías 4.0

A partir de las entrevistas realizadas, se deduce que las PyMEs argentinas perciben la integración de las Tecnologías 4.0 con una mezcla de beneficios potenciales significativos y desafíos importantes para su adopción, así como ciertos riesgos que pasamos a mencionar.

Entre los beneficios percibidos se identifican:

Mayor eficiencia y optimización de procesos: varias PyMEs ven en las Tecnologías 4.0 la oportunidad de digitalizar procesos tradicionalmente analógicos para hacerlos más eficientes. Esto incluye la optimización de cadenas productivas y la mejora en la gestión de negocios. Empresas de software entrevistadas, han experimentado una reducción significativa en el uso de papel y una mejora en la gestión de tareas gracias a la implementación de códigos QR y software de gestión.

Automatización y reducción de costos: algunas empresas vislumbran la posibilidad de automatizar tareas, lo que podría llevar a una reducción de costos operativos a largo plazo. La optimización del consumo de combustible en camiones mediante software inteligente es un ejemplo concreto de este beneficio.

Mejora en la toma de decisiones: la implementación de tecnologías como Power BI para el análisis de datos se percibe como una herramienta para obtener información al instante y tomar decisiones más informadas.

Acceso a información en tiempo real y remoto: la tecnología 4.0 facilita el acceso a información crucial desde cualquier lugar a través de dispositivos móviles y la nube. Esto aporta flexibilidad y rapidez en la gestión.

Innovación y competitividad: las PyMEs entienden que la adopción de estas tecnologías es fundamental para modernizarse y mantenerse competitivas en el mercado. Incluso aquellas empresas que desarrollan estas tecnologías las ven como conceptos clave en su discurso de ventas para la industria modernizada.

Mejora en la relación con clientes y proveedores: la tecnología permite responder a clientes en mejores tiempos y facilitar el acceso a la información, mejorando la relación comercial.

En cuanto a los desafíos percibidos:

Costo de implementación y mantenimiento: la inversión inicial en equipos, software y la infraestructura necesaria es un obstáculo significativo para muchas PyME.

Falta de conocimiento y habilidades internas: varias PyME enfrentan una falta de personal capacitado para implementar y utilizar las Tecnologías 4.0. La necesidad de capacitar al personal existente o contratar nuevo personal especializado representa un desafío. La dependencia de la curiosidad individual para la adopción tecnológica sugiere una falta de estrategia específica formal e institucional.

Resistencia al cambio: la incorporación de nuevas tecnologías a menudo requiere modificaciones en los procesos de trabajo e incluso en el plantel de personal, lo que puede generar resistencia interna y requerir un período de adaptación.

Incertidumbre sobre el retorno de la inversión: algunas PyME presentan dudas sobre los beneficios concretos y el retorno de la inversión al adoptar estas tecnologías, especialmente si no tienen claridad sobre cómo aplicarlas a sus negocios específicos.

Posible desplazamiento de empleados: si bien no es una visión unánime, existe la preocupación de que la automatización impulsada por la tecnología 4.0 pueda llevar al reemplazo de personal, generando incertidumbre en el ámbito laboral.

Necesidad de asesoramiento y apoyo externo: las PyMEs a menudo carecen de asesoramiento específico sobre cómo implementar estas tecnologías y se basan en la búsqueda propia de información. En este sentido, perciben que las universidades y las cámaras empresarias podrían facilitar el acceso a este conocimiento.

Limitaciones de la tecnología actual: se reconoce que la inteligencia artificial, como un componente clave de la tecnología 4.0, aún no está completamente desarrollada y requiere supervisión humana.

CONCLUSIONES

Como pudimos observar, las PyME argentinas se encuentran en diversas etapas de percepción y adopción de las tecnologías 4.0. Mientras algunas ya están experimentando beneficios concretos a través de la digitalización y la automatización, otras enfrentan desafíos relacionados con el costo, la falta de conocimiento y la incertidumbre sobre su impacto. La necesidad de políticas públicas que apoyen financieramente y a través de la capacitación la integración de estas tecnologías, es un tema recurrente.

Las entrevistas realizadas proporcionaron información valiosa al ilustrar cómo diversas PyME en Argentina están utilizando la tecnología en sus operaciones. Se observa que la adopción de tecnologías 4.0 es incipiente pero en crecimiento. Si bien algunas empresas utilizan principalmente herramientas digitales básicas y servicios en la nube, otras están explorando activamente la IA, el AA y el IoT, lo que sugiere una tendencia hacia la incorporación de tecnologías más avanzadas. Esto se alinea con el interés del proyecto en las trayectorias digitales de las PyME.

Por otra parte, las motivaciones para la adopción son principalmente la mejora de la eficiencia y la búsqueda de innovación. Las empresas buscan optimizar sus procesos, automatizar tareas y, en algunos casos, desarrollar nuevos productos o servicios basados en tecnologías avanzadas.

La capacitación es un desafío heterogéneo, y las estrategias de capacitación varían considerablemente. No todas las empresas tienen un plan formal para mantener actualizados a sus empleados. La necesidad de personal capacitado en tecnologías avanzadas es un punto de tensión. Esto resalta la importancia de investigar con mayor profundidad los requerimientos de capacitación.

Finalmente, es para destacar que la conciencia sobre las políticas públicas es limitada. Varias entrevistas indican un conocimiento vago o nulo sobre las políticas públicas específicas de apoyo a la incorporación de tecnologías en las empresas, más allá que el contexto haya cambiado significativamente desde el momento en que nuestro proyecto de investigación fue iniciado que registraba un mayor interés estatal en apoyar el proceso de transformación digital de PYMEs.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baritto, F., Gaviglio, C., Álvarez, R., Puiatti, C., & Herrera, D. (2020). *Supporting tool for the transition of existing SMEs towards Industry 4.0*. arXiv preprint. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9325704>
- Couldry, Nick y Mejías, Ulises. (2019). *The Costs of Connection. How Data Is Colonizing Human Life and Appropriating It for Capitalism*. Stanford University Press.
- Da Costa Pimenta, L., Pereira da Silva, F., Pacheco, R., & Sánchez Pizarro, D. (2025). *Industria 4.0: Impacto de la digitalización y la automatización en la transformación social e industrial*. Revista Inclusiones, 12(1), 1–17. <https://doi.org/10.58210/fprc3592>
- Durand, Cedric (2021). *Tecnofeudalismo. Crítica a la economía digital*. Adrogué: La Cebra.
- Egodawe, N., Sedera, D., & Bui, T. (2022). *A systematic review of digital transformation literature (2013–2021)*. DOI:10.48550/arXiv.2212.03867
- Harari, Yuval (2016). *Homo Deus. Breve historia del mañana*. Debate.
- López, C., Solana-González, A., & Vanti, A. (2022). *Industria 4.0: la transformación digital de las empresas*. In Navarro, .E.; García Madurga, M.A.; Morte Nadal, T. Comunicación inteligente en la empresa 4.0. Edic. Egregius. https://www.researchgate.net/publication/360877564_Industria_40_la_transformacion_digital_de_las_empresas
- Mayer-Schönberger, V. y Ramge, T. (2018). *Reinventing Capitalism in the Age of Big Data* London. Basic Books.
- Medina Chicaiza, E. A., Chávez Pérez, C. A., & Garzón Romo, A. J. (2022). *Transformación digital en las empresas: una revisión conceptual*. Revista Científica UTE, 10(1), 11–25. <https://doi.org/10.29019/rcu.v10i1.788>
- Ministerio de Producción y Trabajo (2023). *Informe anual sobre PyMEs argentinas*. Gobierno de la Nación Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_2023_nov_2024.pdf
- Ricaurte Quijano, Paola (2023). *Descolonizar y despatriarcalizar las tecnologías*. México: Centro de Cultura Digital.
- Scasserra, Sofía y Martínez Elebi, Carolina (2021). *Colonialismo digital, análisis de la agenda comercial europea*. Transnational Institute, Amsterdam. https://www.tni.org/files/publication-downloads/colonialismodigital-report-tni_es.pdf
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Ediciones Deusto.
- Srnicek, Nick (2018). *Capitalismo de plataformas*. Buenos Aires: Caja Negra.
- Varoufaquis, Yanis (2024). *Tecnofeudalismo. El sigiloso sucesor del capitalismo*. Ediciones Deusto
- Wiese, S., Schubert, T., & Röglinger, M. (2024). Organizational culture and the usage of Industry 4.0 technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 196, 122811. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122811>
- Zuboff, Shoshana (2020). *La era del capitalismo de la vigilancia. La lucha de un futuro humano frente a las nuevas fronteras del poder*. Barcelona: Paidós.