

La promoción de tecnologías 4.0 para las Pequeñas y Medianas Empresas argentinas



The promotion of 4.0 technologies for Small and Medium Enterprises in Argentina

A promoção de tecnologias 4.0 para pequenas e médias empresas na Argentina

Versino, Mariana; Guido, Luciana; Gorenstein, Silvia; Vidosa, Regina

Mariana Versino

mversino@gmail.com

Centro de Estudios Urbanos y Regionales-CONICET
y Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
- Universidad Nacional de La Plata, Argentina

Luciana Guido

lucianaguido@gmail.com

Centro de Estudios Urbanos y Regionales-CONICET
y Universidad Nacional de Quilmes, Argentina

Silvia Gorenstein

silvia.gorenstein@gmail.com

Centro de Estudios Urbanos y Regionales-CONICET,
Argentina

Regina Vidosa

reginavidosa@gmail.com

Centro de Estudios Urbanos y Regionales-CONICET,
Argentina

Ciencia, Tecnología y Política

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

ISSN: 2618-2483

Periodicidad: Semestral

vol. 6, núm. 11, 2023

revista.ctyp@presi.unlp.edu.ar

Recepción: 31 Agosto 2023

Aprobación: 24 Octubre 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/214/2144653007/>

DOI: <https://doi.org/10.24215/26183188e103>

Resumen: La adopción de las nuevas tecnologías 4.0 - inteligencia artificial, *Big Data*, computación en la nube, Internet de las cosas, robótica avanzada, entre otras- está transformando radicalmente los sistemas productivos de los países centrales. Sin embargo, los alcances de la difusión de estas tecnologías en países periféricos como la Argentina no son homogéneos. Su impacto sobre las Pequeñas y Medianas Empresas (PyME) se caracteriza por un escaso conocimiento de las nuevas tecnologías, insuficientes recursos financieros para adoptarlas, y una baja disponibilidad de fuerza de trabajo capacitada. En este trabajo se analizan las principales políticas nacionales y provinciales orientadas a la difusión de las tecnologías 4.0, en particular aquellas que se centran en la promoción de organizaciones intermedias orientadas a las PyME, tales como los Centros Tecnológicos (CT).

Palabras clave: industria 4.0, centros tecnológicos, políticas públicas.

Abstract: The adoption of new 4.0 technologies -artificial intelligence, Big Data, cloud computing, Internet of Things, advanced robotics, among others- is radically transforming the productive systems of central countries. However, the scope of the diffusion of these technologies in peripheral countries such as Argentina is not homogeneous. Their impact on Small and Medium Enterprises (SMEs) is characterized by a scarce knowledge of the new technologies, insufficient financial resources to adopt them, and a low availability of skilled labor force. This paper analyzes the main national and provincial policies oriented to the diffusion of 4.0 technologies, particularly those focused on the promotion of intermediate organizations oriented to SMEs, such as Technology Centers (TC).

Keywords: industry 4.0, technology centers, public policies.

Resumo: A adoção de novas tecnologias 4.0 - inteligência artificial, Big Data, computação em nuvem, Internet das Coisas, robótica avançada, entre outras - está transformando radicalmente os sistemas de produção nos países centrais. No entanto, o alcance da difusão dessas tecnologias em países periféricos, como a Argentina, não é homogêneo. Seu impacto

sobre as pequenas e médias empresas (PMEs) é caracterizado pela baixa conscientização sobre as novas tecnologias, recursos financeiros insuficientes para adotá-las e baixa disponibilidade de mão de obra qualificada. Este artigo analisa as principais políticas nacionais e provinciais voltadas para a difusão das tecnologias 4.0, em especial aquelas voltadas para a promoção de organizações intermediárias voltadas para as PMEs, como os Centros de Tecnologia (CT).

Palavras-chave: industria 4.0, centros de tecnologia, políticas públicas.

INTRODUCCIÓN

La transformación tecnológica asociada a los avances en robótica, inteligencia artificial, fabricación aditiva y análisis de datos, genera importantes oportunidades de innovación e incrementos de valor agregado en la producción. No obstante, el grado de desarrollo tecnológico de las firmas -entre otras cuestiones- se convierte en un elemento fundamental para que los países puedan avanzar en las denominadas economía y sociedad digitales. Al respecto, la creación y difusión de las nuevas tecnologías se despliega en los países centrales y en las grandes empresas multinacionales, con un desarrollo débil en la mayoría de las economías emergentes (ONU, 2019).

En este contexto, la elaboración de políticas públicas orientadas a la promoción de la incorporación de tecnologías 4.0 en las Pequeñas y Medianas Empresas (PyME) de Argentina se transforma en un desafío. Las PyME son actores relevantes en el proceso de desarrollo del país, ya que gran parte de la población y la economía dependen de su actividad y desempeño. Estas firmas conforman un conjunto muy heterogéneo de agentes que incluye desde microempresas con bajo desarrollo tecnológico orientadas exclusivamente al mercado local, hasta empresas medianas que operan en mercados internacionales y destinan importantes niveles de inversión en la formación de sus recursos humanos, la adquisición de maquinaria y el desarrollo de nuevos conocimientos.

La reconfiguración de una empresa, donde se integran los distintos componentes de la gestión, la producción y la comercialización en un modelo en base a tecnologías digitales, tiene altos costos y requiere de un umbral de capacidades y conocimientos que la mayoría de las PyME en Argentina aún no alcanzan. En efecto, la reconversión productiva asociada a las nuevas tecnologías y las enormes economías de escala relacionadas con el desarrollo de competencias y conocimientos clave, requieren respuestas colectivas y sistémicas, de colaboración estrecha y coordinación entre el sector público y privado (CEPAL, 2018).

En este marco, surge la necesidad de recurrir a políticas públicas que impulsen el fortalecimiento y conformación de entidades como los Centros Tecnológicos (CT), que faciliten la interacción entre las necesidades de las PyME y las disposiciones del sector público. El elemento que caracteriza a estas entidades es su propósito central de transferir a las empresas un conjunto de conocimientos y competencias y así estimular un proceso de aprendizaje que modifique la organización productiva de las firmas beneficiarias, sus rutinas y su relación con el mercado (Bellini, 2008).

En este artículo se presentan algunas de las principales políticas públicas argentinas orientadas a la promoción de las tecnologías 4.0 en las PyME, a partir del apoyo a los CT, mediante el análisis de su desempeño. Finalmente se proponen algunos lineamientos para el diseño de políticas que promuevan la incorporación de las tecnologías 4.0 en el contexto de la dinámica tecno-productiva local.

EL PARADIGMA TECNOECONÓMICO EN CURSO Y LAS TIC 4.0

El paradigma tecnoeconómico basado en las tecnologías de información y comunicación (TIC) atraviesa actualmente una etapa identificada como segunda ola informacional o “Revolución 4.0” (Brynjolfsson y McAfee, 2014) y se cristaliza en una mayor difusión de las tecnologías de producción digital avanzada¹ (ONUDI, 2019), tales como el internet industrial de las cosas, analítica de grandes datos, robótica avanzada, inteligencia artificial y aprendizaje automático, computación en la nube, fabricación aditiva o impresión 3D, entre otras.

La difusión de las nuevas tecnologías, se asume, tiene el potencial de fomentar la competitividad industrial, fundamentalmente en las PyME (Basco et al., 2018; ONUDI, 2019), a la par de que permitiría que la producción industrial sea más sustentable mediante un uso eficiente de la energía y de los materiales. En Alemania, el término *Industrie 4.0* (I4.0) apareció por primera vez en la Feria de Hannover de 2011 para dar cuenta de los procesos de digitalización extensivos en el ámbito productivo y en 2012 se convirtió oficialmente en uno de los diez proyectos del plan de acción *Estrategia de alta tecnología 2020* (Liao et al., 2018).

La creación y difusión de las tecnologías 4.0 en los países centrales se concentra en alrededor de diez países, los cuales son responsables del 90% de todas las patentes mundiales y del 70% de todas las exportaciones directamente relacionadas con estas tecnologías. Otras cuarenta economías participan activamente en estas tecnologías, aunque con una intensidad mucho menor (ONUDI, 2019). El resto del mundo presenta muy poca actividad (los países de industrialización tardía) o no participa en la creación y el uso global de las tecnologías 4.0 (los rezagados).

Los países periféricos son adoptadores/adaptadores de las tecnologías generadas en los países centrales y difundidas por empresas multinacionales que controlan los mercados de los productos o servicios o la producción de insumos estratégicos. No cuentan con mercados desarrollados de capitales que faciliten el financiamiento de cambios tecnológicos ni fuertes programas de financiamiento público, lo que se traduce en condicionantes significativos para la introducción de innovaciones (ONUDI, 2019).

En Argentina, un estudio elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo, el Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento, y la Unión Industrial Argentina (Albrieu et al., 2019), que alcanzó a 307 firmas de seis ramas industriales, halló que el grado de difusión de las tecnologías 4.0 en la industria es bajo (las utilizan menos del 10% de las firmas encuestadas). En la mayoría de las empresas predominan las tecnologías digitales de primera y segunda generación. Gran parte de las firmas aún no inició una transformación hacia sistemas “ciberfísicos” y modelos de negocios basados en analítica de datos. Por último, más del 60% de las empresas consultadas dijo no estar tomando ninguna acción tendiente a incorporar tecnologías 4.0.

En este esquema, las grandes empresas tienden a disponer de capacidades técnicas y productivas que les permiten adoptar más fácilmente las nuevas tecnologías. Un elevado porcentaje de grandes firmas adopta las últimas generaciones de tecnologías de producción digital (generaciones 3.0 y 4.0). En Argentina, por ejemplo, la tasa de adopción en grandes empresas (de más de cien empleados) es un 20% superior a la tasa media de adopción (ONUDI, 2019). En esta línea, la CEPAL (2018) distingue tres dificultades que presentan las PyME de América Latina para incorporarse a la transformación digital en curso: por un lado, la falta de competencia tecnológicas y digitales; por otro, los altos costos que demanda; y, finalmente, la baja articulación del sistema productivo.

De lo expuesto, se deduce que la difusión de las tecnologías 4.0 requiere como respuesta un cambio socioeconómico de adaptación de carácter sistémico, lo cual convoca a repensar las medidas estatales en términos de políticas para la incorporación de tales tecnologías en entramados productivos de países como Argentina.

LOS CT COMO ORGANIZACIONES INTERMEDIAS

En vista de los crecientes niveles de especialización y de los cambios en las condiciones del mercado, a las empresas les resulta difícil generar por sí mismas todo el conocimiento relevante que necesitan. Para reducir los costos y el tiempo que tardan en sacar un producto al mercado, las firmas buscan cada vez más el apoyo de otras organizaciones para adquirir conocimientos y técnicas complementarias (Cimoli, 2005). En este contexto, las redes de conocimiento y producción son el modelo organizativo predominante de los actuales sistemas de innovación. Tales redes tienen como actores claves a los CT, que se sitúan como organizaciones intermedias. Así, funcionan como mecanismos organizativos que reúnen a grupos desconectados proporcionando información, dirigiendo la administración de proyectos conjuntos y coordinando actividades (Burt, 2002). Ponen a disposición de las empresas y organizaciones que carecen de recursos para invertir en I+D, nuevas oportunidades para acceder a conocimientos, tecnología, experiencia y capacidades de innovación que aquellas no son capaces de producir por sí mismas (Stezano, 2018).

Desde el punto de vista de las empresas, los CT garantizan el desarrollo de relaciones de intercambio económico y no económico, en la medida que operan mediante la promoción de capacidades para la generación de I+D y la transformación de los vínculos entre los actores innovadores (Stezano, 2018). Al asumir el papel de organizaciones intermedias, los CT desarrollan progresivamente diferentes esquemas de conocimiento organizativo y de gestión. La capacidad de los CT para traducir las asimetrías entre los actores involucrados en los procesos de innovación se refleja en la participación de las diferentes etapas del proceso. La base cognitiva especializada de los CT determina el modelo de generación de valor que proporcionan a sus clientes y sus métodos para obtener beneficios, así como el segmento de mercado y los vínculos de la cadena de valor con que se involucran. Ahora bien, los procesos de aprendizaje que se producen a través de estas relaciones y actores heterogéneos deben entenderse en el marco más amplio de las trayectorias e idiosincrasias organizativas específicas de cada CT, y del territorio en el cual se sitúan.

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA DIFUSIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS 4.0 EN ARGENTINA

Distintos instrumentos de política pública se implementaron en los últimos años desde diversos ministerios para promover la incorporación de las tecnologías 4.0 en la industria argentina. El siguiente cuadro resume dichos instrumentos y los objetivos a los que se orientan.

CUADRO 1
Programas nacionales de promoción de nuevas tecnologías (2021).

Ministerio	Programa/plan	Instrumentos
Desarrollo Productivo	Transformación digital y economía del conocimiento	Economía del conocimiento: herramientas para impulsar el desarrollo, la innovación y la creatividad en cadenas productivas
		Argentina Programa: plan nacional de formación en programación
		Red de asistencia digital para PyMEs: colaboración público-privada en la emergencia sanitaria para proveer productos, servicios y soluciones tecnológicas y facilitar la digitalización de MiPyMEs
		Sello de Buen Diseño Argentino: distinción para acceder a mercados, ferias y exposiciones internacionales
		PyMEs D: asistencia para diseño de productos y estrategias de comunicación
		PAC en Diseño e Innovación: Aportes No Reembolsables para financiar asistencias técnicas en diseño e innovación en PyMEs
	Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0	Financiamiento: créditos, ANR y bonificaciones de tasas para la adopción o desarrollos
		Asistencia Técnica: asesoramiento para la adopción o desarrollo de soluciones 4.0
		Difusión, Capacitación y Formación: información y apoyo al desarrollo de habilidades y competencias tecnológicas 4.0
		Infraestructura Institucional: espacio para la difusión y asistencia
Economía	Programa de Competitividad de Economías Regionales (PROCER)	Centros tecnológicos: financiamiento para equipamiento de centros de asistencia tecnológica a PyMEs
		Instituciones: financiamiento para Agencias de Desarrollo, Centros de Servicios Empresariales y Redes
		Universidades estatales: financiamiento a integrantes del sistema educativo nacional con experiencia en soporte técnico a MiPyMEs locales
Ciencia, Tecnología e Innovación	Aplicativos y herramientas digitales de apoyo a empresas y emprendedores	Biblioteca Electrónica: acceso a textos, bases de datos e información bibliográfica actualizada nacional e internacional
		Impulsando: CyT para innovación productiva, promoción y fomento de I+D, transferencia tecnológica y asistencia técnica
		Mapa de la Innovación en TIC: buscador de relaciones entre investigadores, empresas, universidades, proyectos y organismos especializados
	Financiamiento	Innovación empresarial: financiamiento de proyectos de mejora de la productividad a través de innovación tecnológica
		Sector productivo: financiamiento para empresas de base tecnológica o consorcios público-privados

Fuente: Elaboración propia sobre la base de sitios web de los respectivos Ministerios

Particularmente, en 2021, el Ministerio de Desarrollo Productivo (MDP) de la Nación y la Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y los Emprendedores (SEPyME) lanzaron el Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0. Se trata, efectivamente, del primer plan nacional de desarrollo productivo que focaliza en la incorporación y desarrollo de tecnologías 4.0 para la producción e incluye 56 medidas orientadas a promover

la incorporación de tecnologías 4.0 en el entramado productivo nacional, con una inversión total de 12.500 millones de pesos. En el siguiente cuadro se exponen las principales características del Plan:

CUADRO 2
Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0

Líneas de acción	Sensibilización y capacitación al sector PyME para la incorporación de tecnologías 4.0	Asistencia técnica para la adopción y desarrollo de soluciones 4.0	Financiamiento en adopción y/o desarrollo de soluciones 4.0	Infraestructura institucional para la adopción y desarrollo de soluciones 4.0
Iniciativas	Argentina Programa INTI 4.0 Capacitación 4.0 y Economía del Conocimiento para Municipios	PAC empresas Plataforma INDTech 4.0 INTI 4.0	Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores Crédito para Despegue 4.0 FONDEP-BNA Desarrollo y Promoción de la Economía del Conocimiento	INTI 4.0 PROCER Red de Asistencia Digital para PyME Plataforma INDTech 4.0

Fuente: Elaboración propia en base a Feldman (2021)

Este Plan, en la Misión 7, promueve el avance de la digitalización escalando la estructura productiva y empresarial nacional y en principio agrega tres elementos relevantes en la estrategia nacional de desarrollo de la industria 4.0: cristaliza de manera institucional una propuesta de política nacional que incluye financiamiento, líneas de acción, objetivos y áreas de trabajo específicas, acompañadas de potenciales impactos; establece un horizonte fijado sobre la base de programas, iniciativas y experiencias concretas en curso, que actúan de manera transversal y al mismo tiempo focalizada (INTI 4.0, Ley de economía del conocimiento, Argentina Programa, por ejemplo); y enfatiza la necesidad de generar un cambio estructural en las PyME por medio de distintos programas entre los que se destaca el Programa INDTech 4.0. Este programa consiste en una iniciativa conjunta entre el Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación, la Agencia I+D+i y la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA) en el contexto de la Agenda de Transformación Digital PyME².

LOS CENTROS TECNOLÓGICOS EN ARGENTINA COMO OBJETO DE POLÍTICAS PÚBLICAS: ANÁLISIS DE CASOS

Entre las líneas de acción prioritarias que propone el Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0 se distingue la generación de infraestructura institucional para el fortalecimiento de espacios institucionales de gestión de los procesos de adopción y desarrollo de soluciones 4.0. En este marco, resulta nodal el rol que puedan tener los acuerdos público-privados, formalizados en entidades de transferencia tecnológica hacia el sector productivo, como por ejemplo los CT. Para las empresas, y en particular para las PyME, es clave la función de mediación que pueden desempeñar los CT o cámaras empresariales adecuadamente preparados para la detección de una oportunidad tecnológica (Dini et al., 2021).

En Argentina, las políticas para el fortalecimiento y financiación de los CT pueden enmarcarse en el periodo de financiamiento internacional en ciencia y tecnología que recibió la región. Hacia fines de la década

de 1980, el BID inauguró en el país una etapa de apoyo a las instituciones de CyT a partir del estímulo directo de la demanda privada y la vinculación entre productores y usuarios de conocimiento (Aristimuño y Lugones, 2019). Para 1990 se sancionó la Ley de Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica que buscó impulsar la conexión entre actividades productivas y sector público de I+D. Con ella se implementaron las Unidades de Vinculación Tecnológica (UVT), intermediadoras entre empresarios y centros de desarrollo de CyT.

Desde entonces, en el marco de la Agencia I+D+i, a través del FONTAR, se apoya el fortalecimiento de la generación de CTs. En los últimos años se destacan las siguientes convocatorias:

- Convocatoria para presentación de proyectos para la creación de Centros de Desarrollo Tecnológico. En 2014, se lanzó la convocatoria para presentación de proyectos para creación de Centros de Desarrollo Tecnológico, a partir de la cual se proponía un financiamiento a través de Aportes No Reembolsables en el marco del Programa de Innovación Tecnológica III, cofinanciado por el BID.
- Convocatoria CENTEC. En 2015, se lanzó la convocatoria CEN-TEC destinada a crear centros de desarrollo tecnológico y servicios que generen masa crítica en actividades de transferencia, I+D y servicios técnicos de alto valor agregado. La presentación del proyecto se formaliza mediante la conformación de un Consorcio Asociativo Público-Privado.
- Convocatoria para CT dirigidos a PyME. El Ministerio de Economía a través de la SEPyME realizó una convocatoria para financiar a CT que brindan servicios a PyME por un total de u\$s 14 millones a través de la asistencia económica del BID y del Programa de Competitividad de Economías Regionales.

Argentina cuenta con una significativa presencia de CT en todo el territorio. El relevamiento de Dini y Tassinari (2017) muestra la centralidad y dinamismo de estas entidades en el país, principalmente, en lo que respecta al apoyo a la innovación en las PyME. Los autores observan un conjunto de CT con trayectorias de más de 10 años, orientados a diferentes sectores económicos, con capacidades tecnológicas y de recursos humanos similares a las de algunos CT de países centrales, con modelos de gestión diversos y con financiamiento tanto público como privado.

El trabajo de campo que hizo lugar a este artículo da cuenta del análisis de varios CT de la Red de ADIMRA que brindan servicios de tecnologías 4.0. Cada Centro analizado ofrece diferentes prestaciones entre las que se cuentan servicios de prototipado, escaneos, ingeniería inversa, automatización, simulación, entre otros. El plantel de empresas a las cuales se les ofrece el servicio desde la Red son en su mayoría PyME orientadas al sector metalúrgico, aunque también trabajan con grandes firmas del sector, como por ejemplo algunos proveedores y terminales automotrices. Generalmente los CT de la Red ofrecen servicios diferenciados, desarrollando actividades de apoyo más estandarizadas (asistencia técnica y capacitación) para las empresas de menor tamaño y, por otro lado, proyectos a medida y más complejos con las firmas más grandes.

En la interacción entre los CT de la Red y las empresas se observan importantes resultados a través de los servicios 4.0 brindados. Entre estos servicios se destacan la fabricación digital de piezas (mediciones, impresiones 3D y digitalización de sus legajos), capacitaciones (programación de máquinas, utilización de software de diseño y medición), puesta en marcha de procesos de automatización, entre otros. No obstante, su alcance es diverso y depende del perfil de las empresas. Así, las medianas y grandes empresas que se insertan como proveedoras en cadenas de producción global (como la automotriz, la fabricación de maquinaria agrícola o la industria aeronáutica), a través de los servicios brindados por los diferentes CT, lograron mejorar productos propios y novedosos para la firma y el mercado nacional (tales como la producción de turbinas de avión o gatos hidráulicos); e incluso en algunos casos se desarrollaron productos que se encuentran en la frontera tecnológica del sector a escala internacional, como por ejemplo, las piezas para motores eléctricos.

A su vez, todas las empresas observan una mejora sustancial en la formación de sus recursos humanos y difusión de las tecnologías 4.0 en planta, a partir de la utilización de los programas de capacitación de la

Red. Si bien la formación técnica para el manejo de los equipamientos 4.0 suele estar a cargo de las empresas proveedoras, la Red ADIMRA brinda capacitaciones en automatización, digitalización y robotización, logrando incluso cambios en la organización y rutinas de trabajo de las propias empresas. Otro elemento es que dichas capacitaciones colaboran en la familiarización de los trabajadores de mayor edad a la nueva cultura digital.

CONCLUSIONES

Para llevar adelante políticas que promuevan las tecnologías 4.0 para PyME en el contexto de los entramados tecnoproductivos locales, existen determinadas condiciones de posibilidad que deben tenerse en cuenta. En primer lugar, una infraestructura de telecomunicaciones adecuada e, incluso, el tendido asociado a la provisión eléctrica para las inversiones individuales de las firmas. En segundo lugar, un umbral mínimo de capacidades tecnológicas y organizacionales en las empresas para incorporar las tecnologías 4.0. En tercer lugar, una adecuada base científico-tecnológica integrada por instituciones generadoras de conocimiento (universidades y otros centros públicos y privados de investigación) y los proveedores de equipos y servicios avanzados para las empresas. Las políticas que se definan desde el ámbito nacional deben contemplar la heterogeneidad que caracteriza a la estructura productiva argentina y no pueden dar por supuestas estas condiciones de partida que se tornan indispensables para hacer posible su implementación.

Las políticas orientadas a la difusión de las tecnologías 4.0 deben promover –también como condición de su propia posibilidad– una intervención focalizada en el ámbito de las PyME con un amplio espectro de programas e instrumentos de apoyo para atender condiciones específicas aún no logradas por la mayoría de ellas y que apuntan a sus condiciones tecnológicas, regulatorias y de financiamiento. A su vez, en el afán por promocionar programas o instrumentos para fomentar la “digitalización” de las PyME, se debe contemplar que la incorporación de tecnologías digitales es una herramienta para mejorar la productividad y competitividad y no un fin en sí mismo (Dini et al., 2021).

Muy pocas de las empresas entrevistadas en este estudio avanzaron en profundidad en una reconversión productiva 4.0. Una gran parte incluso desconoce las ventajas que pueden llegar a brindar tales tecnologías. Por otro lado, las firmas que han incorporado tecnologías digitales ya cuentan con infraestructura y equipamiento 4.0, abastecidos por una importante red de proveedores tanto locales como internacionales. Sin embargo, las empresas señalan que aún requieren avanzar en la sistematización y análisis de datos que provee la nueva maquinaria para así perfeccionar los procesos de automatización y robotización de la producción. En este punto, si bien las capacitaciones respectivas se realizan con las firmas proveedoras de los equipos, e incluso con los CT de la Red, es posible que el CT cubra algunos de los requerimientos en capacitación que la empresa demande en tal sentido.

Ahora bien, del análisis sobresalen además un conjunto de obstáculos para la adopción de las tecnologías 4.0, que se manifiestan fundamentalmente en las PyME de menor desarrollo tecnológico: carencias de personal con las calificaciones requeridas para encarar procesos innovativos, periodos de retorno excesivamente largos, la estructura del mercado en la que operan (que presenta fuertes barreras a la entrada por escala y capacidades tecnológicas), deficiencias en la infraestructura física disponible (en particular la correspondiente a las tecnologías 3.0 necesarias para la difusión de las tecnologías actuales), entre otros.

Así, producto de lo indagado, algunas de las cuestiones centrales a abordar desde la política pública serían acciones de sensibilización para promover su importancia en el sector PyME, capacitación y formación a través de programas específicos para PyME, constitución de fondos y líneas de financiamiento preferenciales para PyME que deseen invertir en tecnologías 4.0, fomento de la generación de redes colaborativas entre PyME, CT, grandes empresas manufactureras y de servicios, instituciones de investigación y universidades, y establecimiento de incentivos para la obtención de soluciones tecnológicas específicas para las PyME.

Por su parte, los CT deben también adquirir las capacidades de infraestructura y sustentabilidad requeridas para desempeñar su esperado rol intermediario. La construcción de redes integradas por diversas organizaciones para el intercambio de conocimiento sobre oportunidades tecnológicas, identificación de las necesidades de las empresas, creación o facilitación de infraestructuras y prestación de los servicios avanzados son indispensables para ello.

Para finalizar, en función de los elementos de diagnóstico que surgen del análisis de experiencias nacionales (Erbes et al., 2019; Gutman et al., 2018), interesa perfilar lineamientos de política relacionados con el accionar de los CT en contextos periféricos. Por un lado, debiera integrarse y fortalecer la participación de los CT en los programas públicos de fomento de las tecnologías 4.0. La figura de los CT como arreglos institucionales articuladores de los actores protagonistas de la dinámica tecnoproductiva impuesta por una nueva fase del paradigma informacional debe estar presente en los instrumentos de planificación de las políticas. Dada la diversidad de figuras institucionales con estas funciones también es necesaria la identificación de los actores que, en los distintos territorios, desempeñan históricamente los objetivos de articulación deseados. Las capacidades, interconexiones y dependencia de la trayectoria de las organizaciones son relevantes para impulsar la adopción de nuevas tecnologías. Así, se torna central fortalecer el rol de entidades intermedias que cumplen los CT, como traductores y vinculadores de las necesidades del sector productivo y las oportunidades que brinda el sector público. Cabe destacar que los CT no son actores que puedan funcionar aisladamente ni cumplir todas las tareas asociadas a la identificación de la demanda de los servicios que prestan y, en tal sentido, el Estado como promotor de este tipo de iniciativas, resulta clave.

BIBLIOGRAFÍA

- Albrieu, R., Brest López, C., Raptetti, M., Ferraz, J. C., Nogueira de Paiva Britto, J., Kupfer, D. y Torracca, J. (2019). *The Adoption of Digital Technologies in Developing Countries: Insights from Firm level surveys in Argentina and Brazil*. United Nations Industrial Development Organization.
- Aristimuño, F. J. y Lugones, M. J. (2019). El BID y las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en Argentina (1990-2015). *Ciencia, tecnología y política*, 2(3), 031. <https://doi.org/10.24215/26183188e031>
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D. y Garnerero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001229>
- Bellini, N. (2008). Business Support Services: A Conceptual Framework and Some Interesting Practices. En M. D. Parrilli, P. Bianchi y R. Sudgen (Eds.), *High Technology, Productivity and Networks. A Systemic Approach to SME Development* (pp.95-116), Palgrave Macmillan.
- Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company.
- Burt, R. S. (2002). The social capital of structural holes. En M. F. Guillén, R. Collins, P. England y M. Meyer (Eds.), *The New Economic Sociology: Developments in an Emerging Field* (pp.148-190). Russell Sage Foundation.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2018). *La Unión Europea y América Latina y el Caribe: Estrategias convergentes y sostenibles ante la coyuntura global* (LC/TS.2018/56/Rev.1). CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/43740>
- Cimoli, M. (Ed.) (2005). *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/2799>
- Dini, M. y Tassinari, M. (2017). *Modelos de gestión de centros tecnológicos sectoriales: elementos de un análisis comparado*. CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/41740>
- Dini, M., Gligo, N. y Patiño, A. (2021). *Transformación digital de las Mipymes: elementos para el diseño de políticas* (LC/TS.2021/99). CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/47183>
- Erbes, A., Gutman, G., Lavarello, P. y Robert, V. (2019). *Industria 4.0: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe* (LC/TS.2019/80). CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/44954>

- Feldman, P. (2021). Políticas públicas para la promoción de la Industria 4.0 en Argentina: obstáculos, desafíos y factores que condicionan su desarrollo. En M. Versino y P. Elinbaum (Eds.), *Actas 1º Jornadas CEUR 60 Aniversario. Tecnología y Territorio: paradigmas tecno-económicos y nuevas configuraciones socio-espaciales en América Latina* (pp.332-343).
- Gutman, G., Gorenstein, S. y Robert, V. (Coords.) (2018). *Territorios y nuevas tecnologías. Desafíos y oportunidades en Argentina*. PuntoLibro.
- Liao, Y., Loures, E. R., Deschamps, F., Brezinski, G. y Venâncio, A. (2018). The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison. *Production*, 28, e20180061. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20180061>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2019). *Informe sobre el Desarrollo Industrial 2020. La industrialización en la era digital*. ONUDI.
- Stezano, F. (2018). The role of technology centers as intermediary organizations facilitating links for innovation: Four cases of federal technology centers in Mexico. *Review of Policy Research*, 35(4), 642-666. <https://doi.org/10.1111/ropr.12293>

NOTAS

- 1 Se utilizan de manera indistinta los términos tecnologías digitales, nuevas tecnologías, tecnologías 4.0 y tecnologías de producción digital avanzada.
- 2 Uno de los propósitos de INDTech 4.0 es ser un hub concentrador de la oferta tecnológica y un acelerador de la transformación digital, facilitar la adopción de tecnología en las PyME, y colaborar con la consolidación de este sector.