

# LOS CENTROS TECNOLÓGICOS EN LA DIFUSION DE TECNOLOGÍAS 4.0 EN EL TERRITORIO: LECCIONES A PARTIR DE ESTUDIO DE CASOS EN ESPAÑA Y ARGENTINA

## THE ROLE OF TECHNOLOGICAL CENTERS IN THE TERRITORIAL DIFFUSION OF TECHNOLOGY 4.0: LESSONS FROM CASE STUDIES IN SPAIN AND ARGENTINA

### **Luciana Guido**

CONICET CEUR

lucianaguido@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5229-394X>

### **Regina Vidosa**

CONICET CEUR

reginavidosa@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4205-8310>

### **Resumen**

La adopción de tecnologías 4.0 en pequeñas y medianas empresas (PyME) no implica simplemente automatizar rutinas de fabricación ya establecidas, sino administrar y configurar los procesos de innovación. A su vez, las innovaciones tecnológicas relacionadas con la difusión de estas tecnologías no necesariamente provienen de los laboratorios de I+D de la industria de bienes de capital, sino que generalmente se originan en desarrollos realizados por empresas del sector de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) que muchas veces carecen de conocimientos de las necesidades y especificidades de la producción y los procesos de otros sectores productivos.

En ese marco, el trabajo se interroga acerca del rol de los Centros Tecnológicos (CT) como facilitadores de la promoción de las tecnologías 4.0 en las PyME y en el rol del Estado para promover dichos procesos. Se indaga en algunas experiencias internacionales, como el caso de Tecnalía y READI en España y en la Red de CT de la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA) considerando las semejanzas y diferencias que ambas redes presentan en base a los tipos de mecanismos de promoción de las tecnologías 4.0 utilizados para la oferta de servicios hacia las PyME destinatarias.

Palabras clave: Tecnologías 4.0; Centros Tecnológicos; redes; territorio; digitalización

### **Abstract**

The adoption of 4.0 technologies in small and medium-sized enterprises (SMEs) does not simply imply automating already established manufacturing routines but managing and configuring innovation processes. In turn, the technological innovations related to the dissemination of these technologies do not

necessarily come from the R&D laboratories of the capital goods industry, but are generally originated by developments made by companies in the Information and Communication Technologies (ICT) sector, which often lack specific knowledge of the needs and specificities of production and processes of other productive sectors. In this context, the work questions the role of Technology Centers (TCs) as facilitators in promoting 4.0 technologies in SMEs and the role of the State in promoting these processes. It explores some international experiences, such as the case of Tecnalia and READI in Spain and the TC Network of the Association of Metallurgical Industrialists of the Argentine Republic (ADIMRA), considering the similarities and differences that both networks present based on the types of mechanisms used to promote 4.0 technologies to provide services to the target SMEs.

Keywords: 4.0 Technologies; Technology Centers; networks; territory; digitalization

Fecha de recepción: 16 de julio de 2024

Fecha de aceptación: 13 de diciembre de 2024

## 1. Introducción

Actualmente se está en presencia de lo que se conoce como la “era 4.0” en la que la generación, el procesamiento y la difusión de información permiten el desarrollo de sistemas tecnológicos interrelacionados impulsados por *Big Data*, Internet de las cosas, robótica, inteligencia artificial, impresión 3D, simulación, entre otras tecnologías (Srnicek, 2018, entre otros). La amplia difusión de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) ha repercutido en la mayoría de las áreas de la vida social y económica en los países centrales durante las últimas dos décadas. No obstante, recientemente ha comenzado una fase de mayor asimilación y alcance en el resto de los países (CEPAL 2018).

En los países periféricos, por ejemplo, el desequilibrio entre las capacidades de generar servicios digitales de las principales firmas y el uso o demanda de ellos es más notorio. En América Latina, la incorporación de tecnologías “4.0” a los procesos productivos todavía es limitada, concentrándose en el uso de correo electrónico, búsqueda de información y uso de servicios financieros (CEPAL, 2018). En el caso argentino, el estudio de los procesos de adopción de las nuevas tecnologías digitales en PyME manufactureras, así como el grado de difusión de estas nuevas tecnologías en los procesos productivos —que están impactando o tienen la potencialidad de impactar, en todas las áreas y funciones de la cadena de valor de las empresas— es aún muy escaso, especialmente entre las PyME (Motta *et al* 2019)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> En esta línea, algunos estudios también señalaban que el mayor uso de TIC dentro de las empresas argentinas se encontraba en las áreas administrativas (Barletta y Morhorlang 2010, Motta *et. al.*, 2019), lo que implicaría una escasa difusión de herramientas específicas y más complejas, un uso poco sistemático de ellas y pocas transformaciones derivadas de la incorporación de las TIC en el tejido productivo.

En numerosas ocasiones se ha incentivado el diseño de políticas públicas destinadas a atraer empresas a un territorio, promover el surgimiento de emprendedores o fomentar redes tecno-productivas territoriales mediante la creación de zonas especiales que brindan beneficios particulares a las empresas radicadas. A escala global, este último tipo de medidas viene adquiriendo un creciente protagonismo por el papel que los Centros Tecnológicos (CT) desempeñan para posibilitar estrategias de innovación en las PyME (Gutti y Bartis, 2023; Versino et al 2023). Teniendo en cuenta este escenario, se considera que los CT, anclados en el territorio, podrían jugar un papel clave en la promoción de la adopción de tecnologías 4.0 en las PyME argentinas y, en tal sentido, pueden constituirse en un actor estratégico para capacitar y asistir a esas firmas en materia de innovación tecnológica.

En ese contexto, el objetivo principal de este estudio es indagar en el rol de los CT en la promoción –desde la perspectiva de la oferta- y adopción de tecnologías 4.0 en PyME en Argentina y España, identificando los mecanismos de difusión más efectivos y las lecciones aprendidas de ambos contextos. ¿Cómo contribuyen los CT a la adopción de tecnologías 4.0 en las PyME? ¿Qué diferencias y similitudes existen en los enfoques de difusión de tecnologías 4.0 entre los CT en Argentina y España? ¿Qué iniciativas públicas podrían promover el uso de tecnologías 4.0 en las pymes apoyándose en los centros tecnológicos?, son algunos de los interrogantes que guían el trabajo.

En ese sentido, se parte de explorar en algunas experiencias “exitosas” internacionales, como el caso de Tecnalía y de la Red de Excelencia en Fabricación Aditiva “READI” en España y, para el caso local, en la Red de Centros Tecnológicos de la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA) contemplando algunas de las semejanzas y diferencias entre los tipos de mecanismos de promoción de las tecnologías 4.0 utilizados para la oferta de servicios hacia los distintos tipos de firmas potenciales destinatarias de sus ofrecimientos.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: luego de la introducción, se describen los aportes teóricos y metodológicos en los que se enmarca el artículo. Luego, se presenta un sucinto panorama de los CT a escala internacional, especialmente para el caso europeo, y se explora en dos casos españoles: TECNALIA y la División TECNALIA Ventures -por su fuerte vinculación con el caso de estudio local- y el caso de la Red de Excelencia en Fabricación Aditiva “READI” -por el esfuerzo de la colaboración en red, agrupando cuatro CT que se complementan en el *know how* con tecnologías 4.0- enfatizando en las metodologías de trabajo con las PyME. Luego, se indaga en las características que asumen los CT a escala local y para ello se aborda el caso de la Red de CT ADIMRA. Por último, en las conclusiones, se analizan los vínculos entre los casos estudiados y se proponen algunos lineamientos de políticas públicas en pos de contribuir al estudio más amplio vinculado con la transformación digital en el sector productivo argentino.

## 2. Aportes teórico-metodológicos

Las tecnologías denominadas “4.0” refieren a un sistema integrado por un conjunto de dispositivos cuyos componentes relevantes son el software, el hardware y el uso de internet (Brixner *et al.* 2019). Este funcionamiento sistémico implica que se avanza hacia una mayor intensificación del hardware, hacia el procesamiento de la información *online* en menor tiempo y hacia la automatización analítica.

El progresivo abaratamiento de dispositivos -por ejemplo, sensores- sumado al aumento de la velocidad de procesamiento y de acumulación de datos en la nube -junto con la fuerte caída en los precios del hardware, principalmente por el desarrollo de infraestructura de conectividad- son algunas de las variables que explican el salto cuali-cuantitativo de estas tecnologías “4.0” en las dos primeras décadas de los 2000.

En este contexto, si bien la interacción entre máquinas es relevante y cada vez más autónoma con una tendencia creciente hacia sistemas auto-organizados, el componente humano y su vinculación con las tecnologías 4.0 son altamente cruciales (Brixner *op. cit.*). Las tecnologías que emergen en este marco ofrecen una capacidad sin precedentes de reorganización de los procesos productivos. La velocidad con que suceden estas transformaciones constituye un desafío para la política pública tecnológica e industrial (Erbes *et al.* 2019) de los distintos países.

Ahora bien, la adopción de estas tecnologías no implica simplemente automatizar rutinas de fabricación ya establecidas, sino administrar y configurar los procesos de innovación (Brixner *et al.* 2019). A su vez, las innovaciones tecnológicas en “4.0” generalmente se originan en desarrollos realizados por empresas del sector TIC, que muchas veces carecen de conocimientos de las necesidades y especificidades de la producción y los procesos de otros sectores productivos. En ese sentido, las capacidades de las firmas locales en la adopción de tecnologías 4.0 -por ejemplo, a través de la incorporación de sensores o la automatización de procesos- dependerá de su participación en redes tecno-productivas locales y el rol que asuma el Estado en la promoción e incentivos que faciliten la difusión tecnológica.

En este escenario, las redes de conocimiento son fundamentales para entender la difusión de tecnologías en el territorio, especialmente en el contexto de la innovación tecnológica. Según autores como Luna (2003) o Finkelievich (2017), estas redes no solo implican flujos de información entre actores, sino también procesos dinámicos de negociación y coordinación que definen la naturaleza de las innovaciones. En este sentido, los Centros Tecnológicos (CT) operan como nodos cruciales dentro de estas redes, conectando a empresas, gobiernos y universidades para facilitar la adopción de tecnologías 4.0. Este enfoque permite comprender las interacciones entre actores como procesos no lineales, donde el conocimiento circula y se transforma constantemente.

La información para la elaboración de los casos de estudio a considerar en el trabajo surge de distintas fuentes y su triangulación -principalmente a través de datos secundarios, entrevistas semi estructuradas, entre otros-. Se opta por el “estudio de caso” (Stake, 1995) como una estrategia de investigación empírica que puede recurrir a múltiples fuentes de información y procedimientos de análisis, así como también apelar a formulaciones teóricas como punto de partida para el desarrollo de la investigación. A diferencia de otras estrategias metodológicas enmarcadas en la tradición cualitativa, no solo posibilita la construcción de teoría, sino que también, en el caso de que sea apropiado, permite tomar como punto de partida la guía de algún marco conceptual y teórico.

Se eligieron los casos de Tecnalía y READI en España y la Red de CT de ADIMRA en Argentina debido a su reconocida trayectoria y liderazgo en la promoción de tecnologías 4.0 en PyME, representando ejemplos significativos de cómo los CT pueden impulsar la adopción de innovaciones en contextos industriales diversos. Estos casos proporcionan una perspectiva comparativa que permite comprender mejor las estrategias y desafíos en la difusión de tecnologías avanzadas en distintos entornos económicos y regulatorios.

En efecto, para el caso local, se seleccionó la Red de Centros Tecnológicos de ADIMRA. Esta Red cuenta con CT distribuidos regionalmente, que disponen de instrumentos para la promoción de la adopción de tecnologías 4.0 en PyME locales. Las tareas de investigación se iniciaron a partir de una triangulación de fuentes secundarias y primarias. Para las primeras, se consultaron, principalmente, documentos institucionales elaborados por la Red; prensa nacional y local; sitios y portales web de las PyME destinatarias de la asistencia de los CT; archivos, documentación y publicaciones de las Cámaras y asociaciones empresariales participantes; entre otras.

El relevamiento de fuentes primarias continuó con entradas al campo a partir del contacto con informantes clave. En pos de explorar acerca de los orígenes de la Red de CT ADIMRA se realizaron entrevistas semi-estructuradas a sus gestores entre 2020 y 2021.

Para indagar en los casos más relevantes de CT a escala internacional, la investigación se basó en una primera etapa documental que recopiló y sistematizó información secundaria para la construcción de antecedentes y la identificación de casos de CT. Se realizó un relevamiento de bibliografía técnica y académica así como también una búsqueda de fuentes secundarias principalmente a través de la consulta de sitios web especializados, artículos periodísticos e información obtenida por medio de entrevistas semi-estructuradas con autoridades de la Red CT de ADIMRA.

Se describió con mayor detalle el caso de TECNALIA – y la División TECNALIA Ventures- y el de la Red READI, ambos en España, dada su pertinencia para el análisis del caso de la Red de ADIMRA. La Red READI está conformada por cuatro CT que presentan similares características -en cuanto a servicios 4.0 - con algunos de los CT que integran el caso argentino seleccionado.

## 2.1 Discusiones contextuales: tecnologías 4.0, industria 4.0 y procesos de digitalización de PyME a distintas escalas

Las tecnologías “4.0” son un conjunto de tecnologías integradas por dispositivos que tienen como componentes relevantes el software, el hardware y el uso de internet. Si bien el concepto “4.0” se encuentra enmarcado en importantes avances en la industria electrónica y la infraestructura de las telecomunicaciones, parte de su abrupta difusión se vincula con la significativa reducción de costos de dispositivos, al enorme aumento de la velocidad de procesamiento y de acumulación de datos en la nube junto con una fuerte caída en los precios del hardware, principalmente por el desarrollo de infraestructura de conectividad.

La relevancia de los grandes volúmenes de datos (*Big Data*) condujo a la generación de información clave para la dinámica comercial, productiva y de gestión de las empresas. A través de la digitalización, del uso y proliferación de componentes y dispositivos, es posible comunicar máquinas y humanos a lo largo del circuito productivo de cada firma y de la cadena de valor a la que pertenecen (Brixner *et.al.*, 2019).

La llamada “industria 4.0” o “cuarta revolución industrial” (Schwab, 2016 citado en Basco *et.al.*, 2018)<sup>2</sup>, es la fase de la digitalización del sector manufacturero y está impulsada por el aumento de los volúmenes de datos, la potencia en los sistemas computacionales y la conectividad. Si bien muchas de las tecnologías que hoy convergen ya existían, aunque de forma embrionaria y sin la robustez que hoy conllevan, la diferencia con respecto al pasado se basa en la forma en que se combinan para generar disrupciones significativas.

En ese sentido, la industria 4.0 está compuesta por la inserción de una serie de tecnologías digitales hacia la manufactura: Internet de las Cosas, Robótica avanzada y colaborativa; *Big Data*, *Data Science* o *Data Mining*; Computación en la nube, Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático, Impresión Aditiva o 3D, Realidad Virtual y Realidad Aumentada, entre otras.

Según estudios realizados en países centrales, la aplicación de estas nuevas tecnologías en PyME manufactureras les permitió mejorar su productividad, reducir costos de producción, mejorar la calidad de los productos y mejorar su capacidad para introducir innovaciones (CEPAL 2018: 7).

En cambio, en las economías periféricas, el tema no ha sido trabajado sistemáticamente. El estudio de los procesos de adopción de las nuevas tecnologías digitales en PyME manufactureras en la Argentina es aún una nueva temática en la literatura. En nuestro país el grado de difusión de estas tecnologías, —que están impactando o tienen la potencialidad de

---

<sup>2</sup> Otros términos como “Internet industrial”, “Internet de todo” “Internet de las cosas para la fabricación”, “empresa conectada”, “fábrica inteligente”, “empresa inteligente” son también utilizados para referirse a la “Cuarta Revolución Industrial” (Basco et al 2018).

impactar, en todas las áreas y funciones de la cadena de valor de las empresas— es aún muy escaso, especialmente entre las PyME (Motta *et. al.*, 2019).

Dini *et. al.* (2021) analizan la transformación digital de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyME) comparando la situación de esas firmas en Brasil, Chile y Argentina en función de la adopción de tecnologías 4.0. Así, sostienen que para estos tipos de empresas, es clave la función de mediación que pueden desempeñar CT o cámaras empresariales adecuadamente.

Si bien existe una difusión de las TIC a escala global, no necesariamente existe una globalización de las capacidades tecnológicas de las firmas y de los países (Brixner *et.al.* 2019). Por consiguiente, es de esperar una fuerte heterogeneidad de las capacidades de adopción tecnológica que a veces tiene efectos negativos sobre la *performance* de las empresas<sup>3</sup>. A su vez, en el caso argentino, diversas investigaciones ponen de manifiesto una mayor adopción de las TIC en áreas administrativas que en las de producción de las PyME, la presencia de tecnologías relativamente simples y el escaso desarrollo de redes<sup>4</sup>.

## 2.2 Discusiones conceptuales: redes tecno-productivas

Desde las ciencias sociales, los aportes al estudio de las estrategias de desarrollo territorial basadas en la formación de redes tecno-productivas -en las que participan actores públicos y privados- abordaron, desde diversos enfoques analíticos, tanto sus características en términos de los rendimientos de escala externos a las empresas como las modalidades de gobernanza desarrolladas por cada uno.

Por su parte, la literatura regional se centra en el análisis de estos territorios con el fin de realizar propuestas de políticas públicas e instrumentos económicos que permitan su promoción en espacios socioeconómicos periféricos. Así, aquellos espacios en los que se desarrollan redes generadoras de dinámicas productivas han recibido múltiples denominaciones: distritos industriales (Becattini *et. al.*, 2011), sistemas regionales de innovación (Cooke 2001), regiones de aprendizaje (Asheim 1996), *clusters* (Porter 1990), polos de desarrollo (Perroux 1964), entre otras. Desde estos marcos, las diferentes corrientes analizaron, a su vez, la existencia de compatibilidades entre los intereses del sector productivo privado y el desarrollo económico

---

<sup>3</sup> En efecto, Brixner *et al* 2019 consideran que la implementación y el desarrollo de los sistemas tecnológicos que componen la industria 4.0 es significativamente mayor en las empresas con elevadas capacidades y conexiones previas. Por el contrario, las empresas con limitaciones en sus capacidades y en el grado de conocimiento tecnológico, experiencia y *know-how*, solo podrían adoptar pasivamente estas tecnologías.

<sup>4</sup> Algunos de los trabajos que han estudiado los problemas de difusión de las TIC registrados a principios de los años 2000 (Yoguel *et al.*, 2012), han mostrado que los mismos tienen relación con el tamaño de las empresas, el nivel alcanzado por las competencias endógenas de los agentes, la escasa presencia de redes de empresas y las bajas competencias técnicas de los sectores y segmentos demandantes.

territorial. En numerosas ocasiones se ha incentivado el diseño de políticas públicas destinadas a atraer empresas a un territorio, promover el surgimiento de emprendedores o fomentar redes tecno-productivas territoriales mediante la creación de zonas especiales que brindan beneficios particulares a las empresas radicadas.

Estos análisis mostraron que diferentes tipos de políticas públicas han tenido un carácter funcional, dado que se basan en la promoción de infraestructuras específicas -por ejemplo, CT o “servicios intensivos en conocimientos”, incubadoras, entre otras- y la prestación de servicios basados en ellas -transferencia de tecnología, asesoramiento técnico, investigación aplicada, etcétera-. Este último tipo de medidas viene adquiriendo un creciente protagonismo<sup>5</sup> por el papel que los CT desempeñan para posibilitar estrategias de innovación en las PyME. Estos Centros pueden cubrir diversas funciones que, si bien están condicionadas por las competencias técnicas de cada entidad, también dependen de la propia demanda recibida por parte de las firmas, así como de los mecanismos institucionales y organizacionales que adopte su gestión para canalizarla.

Asimismo, los márgenes de acción de los CT se encuentran condicionados en base a los recursos económicos que se destinen a fin de promover mejoras de distinta índole en las empresas. Todo esto teniendo en cuenta, además, que las funciones descritas dependerán también de la situación de cada territorio y de las características empresariales, institucionales, entre otras, que presenten.

El análisis de “redes” (Callon, 2008; Novick, 2002; Polanco, 2006; entre otros) tiene gran potencial para estudiar las relaciones que se establecen entre un conjunto de actores heterogéneos -empresas, cámaras empresariales, universidades, organismos públicos de investigación, gobierno, etc.- con sus clientes, proveedores, competidores e instituciones, con quienes constituyen una red de interacciones múltiples. La concepción de la cual se parte, considerar a la tecnología como conocimiento, permite utilizar la noción de “redes de conocimiento” para captar los flujos de conocimientos que están en la base de las redes tecno-productivas analizadas (Finquelievich, 2017).

En efecto, una red inter-organizativa, representada por determinados entornos territoriales, incluye no solo a las propias empresas, sino también una amplia gama de instituciones locales que dan soporte al sistema empresarial en su conjunto (Mas Verdú, *et.al.*, 2008). Ejemplos de estas instituciones locales incluyen a las universidades, las instituciones de investigación, los centros de formación profesional, los CT o las asociaciones empresariales y profesionales.

La red es un concepto clave dentro de estos enfoques dado que delimita un modo de coordinar el intercambio de conocimientos heterogéneos y complementarios sobre oportunidades

---

<sup>5</sup> No solo en países centrales, donde se destaca el caso de España como tratamos en el punto 3, sino también recientemente en Argentina con la conformación de la Red de Centros Tecnológicos ADIMRA cuyo caso describimos en el punto 4 de este trabajo.

tecnológicas y demandas de los usuarios. Si bien las interacciones pueden no estar determinadas espacialmente, los estudios resaltan la importancia de la presencia local de universidades y la intermediación que ejercen ciertas instituciones, como pueden ser los CT, que vinculan y promueven la circulación del conocimiento.

### 3 Resultados del relevamiento para los CT a escala internacional: el caso de España

De acuerdo con la experiencia internacional, un camino posible para impulsar la inversión del sector privado en investigación aplicada y la adopción tecnológica es la creación de CT que atiendan a estas particularidades y necesidades del sector productivo. En diversos países existen numerosas organizaciones que tienen como principal misión la promoción del desarrollo tecnológico en el sector privado a partir de una base de financiamiento público. La más antigua y destacada, tanto por sus logros como por su modelo de funcionamiento, es la Fraunhofer-Gesellschaft en Alemania, (1949). Sin embargo, gran parte de los CT se crearon con posterioridad al 2010 en el marco de una creciente preocupación de los países centrales por no quedar relegados en el nuevo paradigma productivo (Gutti y Bartis, 2023).

Alemania, Inglaterra (Gutti y Bartis, op.cit.) y España, son algunos de los países de Europa que se destacan por haber desarrollado una notable actividad de promoción de la innovación a través de la actuación de los CT con las PyME locales.

Los CT pueden difundir conocimientos, incentivar interacciones entre distintos actores así como también prestar servicios específicos a empresas concretas, como servicios “a medida”, consultoría, asistencia técnica.

España cuenta con una amplia red de CT dedicados a la asistencia, diseño y desarrollo de innovaciones orientadas a la producción que cubren la totalidad del territorio y un gran número de ramas de actividad, al punto de que el 30% de la actividad innovadora de las empresas españolas proviene de los CT<sup>6</sup>. En efecto: el Directorio Centros Tecnológicos y Centros de Apoyo a la Innovación Tecnológica del Registro del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España, registra, al 2024, operaciones en más de 40 Centros asociados con presencia en todas las comunidades regionales, abordando múltiples ramas de actividad<sup>7</sup>.

A su vez, en 1996 se constituyó la Federación Española de Centros Tecnológicos (FEDIT), la cual trabaja para impulsar y fomentar la innovación, el desarrollo tecnológico y la investigación privada para incrementar la competitividad de las empresas a través del fortalecimiento de los CT<sup>8</sup>. La Federación está compuesta por 35 CT, distribuidos por España, con una plantilla

---

<sup>6</sup> <https://fedit.com/#>

<sup>7</sup> <https://sede.micinn.gob.es/inforct/listadoltemInfoRct.mec>

<sup>8</sup> <https://fedit.com/presentacion/>

cercana a las 5.400 personas que dan servicio a 21.300 empresas de forma anual. En 2019 los Centros asociados a FEDIT obtuvieron ingresos por un valor de más 380 millones de Euros y realizaron más de 3.000 proyectos de I+D+I.

Ahora bien, TECNALIA es significativo dada su vinculación con el caso de estudio local. En efecto, esta organización española se relacionó con autoridades que participaron de la conformación de la Red de CT ADMIRA y también con representantes de los ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación y de Desarrollo Productivo de Argentina para la realización de diversas actividades de intercambio y transferencia especialmente orientadas hacia la capacitación sobre venta de servicios tecnológicos.

Las iniciativas vinculadas con la capacitación permitieron profundizar el vínculo de cooperación entre TECNALIA, ADIMRA y su red de cámaras sectoriales y regionales. La Red de CT ADMIRA realizó al menos tres visitas a ese CT español, una en 2016 año de la puesta en marcha de la Red de CT, otra en 2017 y en 2018. Tales registros se enmarcaron en un plan de trabajo acordado entre ambas instituciones que incluyó otras actividades e intercambios<sup>9</sup>.

### 3.1 TECNALIA

TECNALIA se creó en 2001 y en la actualidad, es el mayor Centro de investigación aplicada y desarrollo tecnológico de España. Está compuesto por ocho CT vascos. Respecto de los recursos financieros con los que cuenta, el monto de los ingresos en el año 2020 fue de alrededor de 114 millones de euros siendo el 49% de origen privado y el 50% público. De este último porcentaje el 21% es de origen europeo, el 29% vasco y el 1% de otras administraciones<sup>10</sup>. Posee 40.000 m<sup>2</sup> de laboratorios donde el personal especializado contribuye a la I+D de las empresas, validando prototipos y productos finales.

Entre los mecanismos de difusión de las tecnologías 4.0 a las PyME que ofrece TECNALIA se destaca: (1) el trabajo de un equipo multidisciplinario junto con las firmas para la elaboración de un diagnóstico estratégico y de un plan de acción 4.0; (2) generar datos de manera continua que permitan supervisar e intervenir los procesos a partir de Inteligencia Artificial; (3) mejorar la productividad y la calidad; (4) incorporar nuevos servicios digitales y aumentar la competitividad a partir del agregado de valor.

TECNALIA cuenta con capacidad tecnológica en las siguientes tecnologías<sup>11</sup>: IoT industrial; *Big data analytics*; mantenimiento predictivo; interacción avanzada; sensorización e instrumentación

---

<sup>9</sup> <https://www.adimra.org.ar/noticias/2573>

<sup>10</sup> <https://www.naiz.eus/es/info/noticia/20210706/tecnalia-obtuvo-en-2020-unos-ingresos-de-113-6-millones-y-preve-crecer-un-30-este-ano>

<sup>11</sup> <https://www.tecnalia.com/ambitos/fabricacion-inteligente>

avanzada; visión artificial; robótica colaborativa y flexible; realidad aumentada/virtual; ciberseguridad.

Asimismo, brinda servicios de fabricación aditiva a empresas de distintos sectores tales como: aeronáutico, automotriz, máquinas, herramientas, fundición, ferroviario y espacial. Estos servicios abarcan desde la I+D hasta la producción incluyendo el diseño, simulación, materiales, industrialización, ensayos y certificación.

Por otra parte, TECNALIA Ventures, es una empresa 100% TECNALIA conformada con el objetivo de valorizar la I+D+i y gestionar el ciclo de vida de activos tecnológicos innovadores para maximizar su impacto. Para ello, desarrollaron un ecosistema de emprendimiento que les permite valorizar y comercializar activos tecnológicos con el propósito principal de generar valor para las empresas y la sociedad.

Según el Informe 2020 de la Oficina de Patentes Europea, TECNALIA se sitúa como la tercera organización privada de España en solicitudes de patentes europeas<sup>12</sup>.

La División TECNALIA Ventures trabaja con “empresas innovadoras” que buscan oportunidades de negocio para diversificar y renovar su oferta como parte de su estrategia corporativa; organizaciones públicas y privadas que buscan lanzar programas de aceleración de empresas *deep-tech* y centros de investigación y desarrollo tecnológico que desean transformar su inversión en I+D en impacto. Esta División se vinculó con la Red de CT ADIMRA en sus orígenes a través de brindar diversas capacitaciones. Una de ellas fue en 2017 en las que se realizaron las Segundas Jornadas de Vinculación y Capacitación de Gerentes de la Red de Centros Tecnológicos Metalúrgicos<sup>13</sup>. Allí participaron representantes de TECNALIA Ventures y gestores de la Red de CT de ADIMRA junto a representantes de los Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación y de Desarrollo Productivo argentinos junto con algunos empresarios del sector metalúrgico. La realización de esta actividad de capacitación permitió profundizar el vínculo de cooperación entre TECNALIA, ADIMRA y su red de cámaras sectoriales y regionales.

Por otro lado, TECNALIA Ventures colabora con más de 40 PyME y ha conformado una red de “innovación abierta” para PyME dispuestas a acelerar la transformación de sus negocios hacia la industria 4.0 denominada “Move to 4.0” apoyada por la Comisión Europea. El 47 % de las PyME participantes han centrado sus expectativas en identificar las oportunidades que ofrecen

---

<sup>12</sup> <https://www.tecnalia.com/tecnalia-ventures>

<sup>13</sup> En dichas Jornadas la División Tecnalia Ventures trabajó con 40 profesionales que integran los equipos técnicos de los más de 15 CT. Las Jornadas se inscriben dentro del programa de capacitación impulsado por ADIMRA en pos de promover una transferencia hacia los centros metalúrgicos de las mejores prácticas metodológicas e instrumentos utilizados en Europa para apoyar la innovación y el desarrollo de las PyME argentinas.

las tecnologías de la industria 4.0 para renovar su oferta, lo que permite el desarrollo de nuevas formas de vinculación con clientes, así como, la incorporación de nuevos servicios<sup>14</sup>.

“*Move to 4.0*” ha incluido una fase de identificación de los principales retos y oportunidades para las PyME en industria 4.0, así como una evaluación de qué tecnologías y usos prácticos podrían implementarse en cada una de ellas. Así, entre los mecanismos de difusión de tecnologías 4.0 a las PyME se encuentran la conformación de talleres y la elaboración de hojas de ruta personalizadas, incluyendo un diagnóstico de la situación de la empresa y un plan de acción para implementar nuevas tecnologías.

Con la puesta en marcha de las propuestas planteadas en “*Move to 4.0*” se prevé que las empresas logren un incremento de la competitividad global, de la productividad y de la calidad, así como una reducción del tiempo de entrega y de los costes.

### **3.2 La experiencia de la Red de Excelencia en Fabricación Aditiva “READI”**

En el mes de agosto de 2020 se creó READI, un programa interregional integrado por cuatro CT españoles: AITIP, AIMEN, LEITAT e IDONIAL ubicados en Zaragoza, O Porriño, Barcelona y Gijón, respectivamente. El proyecto se construye alrededor de cuatro ejes estratégicos: el fortalecimiento tecnológico y la investigación aplicada; la capacitación de recursos humanos y la mejora de la competitividad de los investigadores; la internacionalización y el posicionamiento estratégico; y la transferencia tecnológica a las industrias y su difusión en el mercado.

Los objetivos de READI se basan en la capacitación de los Centros en cada una de las etapas que integran la cadena de valor de la fabricación aditiva. También trabajan con materiales innovadores como hibridaciones de metales y cerámicas con plásticos, con el objetivo de conseguir nuevas funcionalidades de esos materiales y mejorar sus prestaciones actuales.

Respecto a tecnologías y procesos, la finalidad de READI es presentar novedades en sistemas portátiles y sistemas para grandes dimensiones de impresión 3D y monitorización de procesos, para después analizar el acabado y la operatividad de las piezas obtenidas mejorando su calidad.

La Red READI se originó con la motivación principal de que los desarrollos se transfirieran a la industria. De ese modo, el principal mecanismo de difusión de tecnología de impresión 3D a las PyME es el de mantener un diálogo permanente para detectar necesidades, aportando soluciones y apoyo tecnológico a los sectores más demandantes de esta tecnología y con alto impacto económico y social. Para lograrlo, realizan demostraciones de procesos y productos a

---

<sup>14</sup> <https://www.tecnalia.com/tecnalia-ventures>

los segmentos mencionados, y ofrecen sesiones de formación así como organizan distintos tipos de eventos para la difusión de sus servicios.

La Red se conformó con un presupuesto cercano a los 4 millones de euros y cuenta con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CTDI) en el marco del Programa “Ayudas CERVERA para Centros Tecnológicos”<sup>15</sup>, el cual comenzó en agosto de 2020.

ADI 3D PLATFORM (por sus siglas en inglés) apoya a las empresas en el proceso de implementación de la fabricación aditiva, abarcando toda la cadena de valor industrial, y acompañándolas desde el modelado inicial al fin de vida de producto.

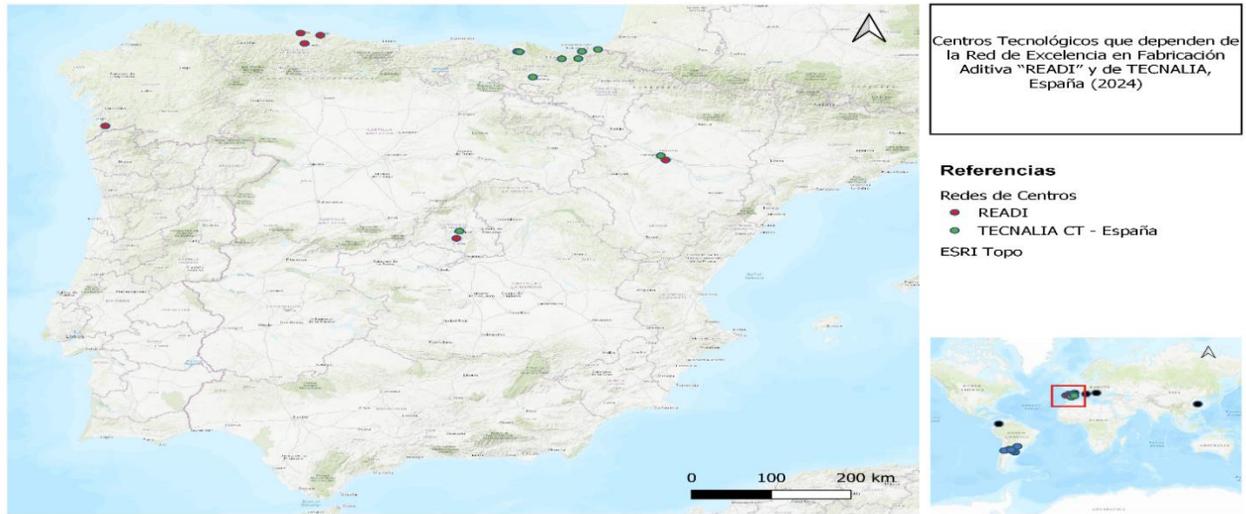
La Red impulsa la Fabricación Aditiva a través de los equipos y procesos industriales innovadores para la fabricación de primeras series y utiliza un amplio espectro de materiales, desde polímeros a metales cerámicos, compuestos o materiales biológicos. La Fabricación Aditiva permite recuperar subproductos y reintroducirlos en la cadena de valor. La meta de READI en este campo es establecer mediante la colaboración industrial un nuevo sistema competitivo y sostenible a nivel global.

De los dos casos españoles, sucintamente mencionados, se desprende no solo la importancia de la conformación de redes que aglutinen organizaciones que compartan tecnología, o que se complementen en la tecnología, sino también la importancia del financiamiento público-privado para llevar adelante los procesos vinculados a la transformación digital en el territorio.

---

<sup>15</sup> La finalidad de este programa es fortalecer los centros tecnológicos que desarrollan investigación aplicada en España, así como su papel tractor en el conjunto del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación. Ver [https://www.cdti.es/index.asp?MP=100&MS=884&MN=2&TR=C&IDR=2770&r=1440\\*900](https://www.cdti.es/index.asp?MP=100&MS=884&MN=2&TR=C&IDR=2770&r=1440*900)

Mapa N° 1: Centros Tecnológicos que dependen de TECNALIA y READI, 2024<sup>16</sup>



*Fuente: elaboración propia en base a los sitios web de Tecnalia y la Red READI, 2024*

#### 4 Resultados del relevamiento para los CT a escala local: el caso de la Red de CT ADIMRA

La Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA), creada en 1904, es una entidad gremial empresaria que reúne a más de 60 cámaras empresariales, tanto sectoriales como regionales, que en la actualidad representan a más de 24.000 empresas en todo el país con alrededor de 300 mil puestos de trabajo. Dada su magnitud es una de las más importantes de la Argentina<sup>17</sup>. Principales propósitos: fomentar el desarrollo y progreso de la industria metalúrgica; generar y establecer métodos modernos de relación entre los representantes de la industria metalúrgica y el Estado; ser el nexo entre el industrial metalúrgico y los organismos nacionales e internacionales en la generación e implementación de programas de fomento y desarrollo; promover capacitación y formación profesional del personal de las empresas del sector, entre otras ([www.adimra.org.ar](http://www.adimra.org.ar)).

<sup>16</sup> TECNALIA Sede Central, Sede Vitoria Gasteiz, Sede Vitoria Gasteiz (2), Sede Derio, Sede Zamudio, Sede Zamudio (2), Sede Azpeitia, Sede Donostia-San Sebastián, Sede Irun, Sede Aduna, Sede Madrid, Sede Zaragoza, Delegación China, Delegación Colombia, Delegación Francia, Delegación Italia, Delegación Serbia. READI: Centro Tecnológico Aitiip, Centro Tecnológico Aimen, Centro Tecnológico Idonial. Sede Gijón, Centro Tecnológico Idonial. Sede Avilés, Centro Tecnológico Idonial. Sede Llanera, Centro Tecnológico Idonial. Sede Madrid.

<sup>17</sup><https://www.cadieel.org.ar/cadieel/presentaron-el-nuevo-centro-tecnologico-metalurgico-cetem-del-parque-industrial-y-tecnologico-de-florencio-varela/>

Una de las características distintivas de ADIMRA respecto de otras organizaciones empresarias y sindicales, es el conjunto de institutos y centros que brindan capacitación y servicios técnicos.

Peirano *et.al.* (2016) resalta su importancia en la conformación de CT en Argentina. En efecto, en 2016 ADIMRA crea la “Red de Centros Tecnológicos de ADIMRA” integrada por CT distribuidos regionalmente que disponen de instrumentos para la promoción de la adopción de tecnologías 4.0 en PyME locales. En ese año, la Asociación contaba con 14 Centros Tecnológicos localizados principalmente en las provincias de Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires, Mendoza, Misiones y en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Peirano *et.al.* op.cit.). Los CT no solo buscan una mayor cercanía con cada una de las empresas que componen el sector metalúrgico, sino que también proponen facilitar el acceso de las firmas a recursos técnicos y financieros que promuevan su competitividad.

La Red de CT surge con el objetivo de “impulsar la cooperación entre los agentes que actúan en la promoción de la innovación y la mejora de la competitividad sectorial y promover la creación de nuevas empresas” ([www.adimra.org.ar](http://www.adimra.org.ar)). Entre sus principales actividades se destacan:

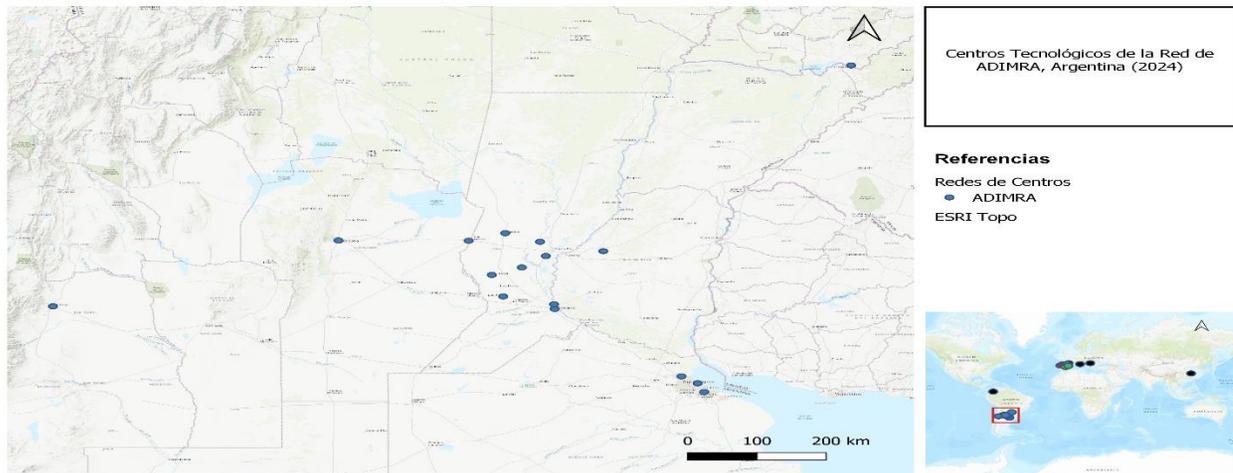
- 1) servicios tecnológicos -a partir de brindar soluciones integrales para la mejora de la competitividad de las PyME metalúrgicas;
- 2) formación: capacitación de recursos humanos para el fortalecimiento de la industria;
- 3) vinculación tecnológica: formulando y gestionando proyectos de I+D+i generando lazos entre empresas y diferentes actores;
- 4) incubación: promoviendo la creación de emprendimientos metalúrgicos innovadores y de base tecnológica ([www.adimra.org.ar](http://www.adimra.org.ar)).

Desde el sitio web de ADIMRA se señala que el elemento “red” resulta fundamental para garantizar sostenibilidad y eficiencia en el funcionamiento de los CT. La red permite mejorar la eficacia de los servicios evitando la dispersión de actividades, brinda la capacidad de movilizar servicios desde cualquier punto de la red para ser ofertado donde surja su demanda y es compatible con el mantenimiento de objetivos específicos<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> [www.adimra.org.ar/reddecentros](http://www.adimra.org.ar/reddecentros)

Mapa N° 2: Centros Tecnológicos de la Red de ADIMRA (2024)<sup>19</sup>



**Fuente:** elaboración propia en base al sitio web de la Red CT ADIMRA, 2024

No obstante, el Centro Tecnológico de Arteaga de Córdoba; el Centro de Servicios Industriales de CABA, el Centro Tecnológico CIDETER de Santa Fe, son algunos de los que ya existían previamente a la conformación de la Red CT ADIMRA.

Figura N° 1: principales servicios tecnológicos que brinda la Red de CT ADIMRA



**Fuente:** "Presentación RED" (Entrevista gestor ADIMRA, 2021)

Tanto Tecnalía y READI en España, como la Red de CT de ADIMRA en Argentina, desempeñan roles cruciales en la promoción de tecnologías 4.0, actuando como intermediarios entre las empresas y las innovaciones tecnológicas. Sin embargo, mientras los CT españoles indagados operan en un entorno con acceso a mayores fondos y recursos de la Unión Europea, la Red de CT de ADIMRA debe enfrentarse a limitaciones presupuestarias y desafíos estructurales propios de una economía en desarrollo.

<sup>19</sup> Centro de Servicios Industriales, CETEM, CT Metalúrgico, Instituto Tecnológico ITEEA, CT de Arteaga, CT José Censabella, Instituto Tecnológico El Molino, Centro de Formación y Servicios, CT Las Parejas, CT Rafaela, CAFyPEL, CT de Matrices y Moldes, CT Cámara de Industriales Metalúrgicos y Autopartistas de Santa Fe, CAMSFE, ADIMER, CAMIM CT Metalúrgico Cuyo, AIM, entre otros.

En España, Tecnalía ha implementado una estrategia de difusión de tecnologías basada en la colaboración estrecha con universidades y centros de investigación, permitiendo una transferencia de conocimientos más fluida y avanzada. En contraste, la Red de CT de ADIMRA ha focalizado sus esfuerzos en la formación y capacitación de las PyME locales, adaptando las tecnologías disponibles a las necesidades específicas del contexto argentino.

El impacto de Tecnalía en la adopción de tecnologías 4.0 en las PyME españolas se observa en la mejora de la competitividad y productividad, reflejada en estudios que muestran un aumento significativo en la capacidad de innovación de estas empresas. Por otro lado, la efectividad de la Red de CT de ADIMRA se manifiesta en la democratización del acceso a tecnologías avanzadas para PyME que tradicionalmente han tenido menos recursos, aunque aún enfrentan desafíos significativos en términos de escalabilidad y sostenibilidad.

Las diferencias en las estrategias y resultados de Tecnalía, READI y la Red de CT de ADIMRA pueden atribuirse en gran medida a los contextos económicos y regulatorios en los que operan. España, como parte de la Unión Europea, se beneficia de políticas de innovación más robustas y financiamiento adecuado, mientras que Argentina debe lidiar con una mayor volatilidad económica y menores recursos destinados a la innovación tecnológica.

A pesar de las diferencias, ambos modelos ofrecen lecciones valiosas: la importancia de la colaboración público-privada en España y la adaptabilidad y énfasis en la capacitación en Argentina, sugieren que un enfoque híbrido podría maximizar el impacto de los centros tecnológicos en la difusión de tecnologías 4.0.

## 5 Conclusiones

El análisis de los CT en España y Argentina revela cómo las dinámicas de las redes de conocimiento influyen en la adopción de tecnologías 4.0. En el caso de la Red de CT de ADIMRA en Argentina, la capacidad de generar y fortalecer redes multisectoriales ha sido clave para superar barreras tecnológicas en las PyME. Se podría argumentar que el éxito de estos centros radica en su capacidad para mediar entre los distintos actores locales, permitiendo que el conocimiento fluya desde los centros hacia el sector productivo, generando así innovaciones adaptadas a las necesidades específicas del territorio. De esta manera, los CT se consolidan como actores estratégicos en la creación de sistemas locales de innovación, potenciando el desarrollo territorial (Luna, 2003; Finquelievich, 2017).

Ahora bien, los diferentes aprendizajes y capacidades tecnológicas que esos centros puedan promover se ven condicionados por las estrategias -organizacionales, institucionales, entre otras- que presentan cada uno de ellos, la participación en redes de relaciones con instituciones públicas o privadas, así como por el rol que asuma el Estado para incentivar esos aprendizajes.

Asimismo, el aprovechamiento del conocimiento disponible en el entorno local, requiere, a su vez, de ciertas capacidades de absorción por parte de las empresas.

La experiencia internacional señala que el desarrollo de los CT es el resultado de una precisa articulación pública y privada. En tal sentido, Peirano *et. al.* (2016) consideraban en los inicios de la Red CT ADIMRA, que "(...) avanzar hacia un esquema colectivo, que tome la forma de una red de centros, es una conveniente herramienta para generar un marco propicio para su puesta en marcha y desarrollo" (Peirano *op.cit.*: 6). Si bien apuntar hacia la federalización de los recursos y capacidades (humanos, tecnológicos, financieros, entre otros), es fundamental para pensar en un trabajo en red, para que ésta se torne colaborativa restaría profundizar, en futuras investigaciones, sobre cómo se lleva a cabo la colaboración entre los CT de ADIMRA.

El trabajo en red permite evitar la dispersión de recursos, mejora la coordinación y reduce los riesgos de "gigantismo" derivados del tamaño (Mas Verdu 2003). Así, la función desde la dirección de la Red CT ADIMRA tendría que potenciar las interacciones entre cada uno de los CT que la componen. Si bien se observan distintos mecanismos de difusión tendientes a promover un trabajo conjunto, la integración de la Red tiene que ser compatible con el mantenimiento de la autonomía de cada uno de los CT para atender sus objetivos específicos. De esa forma, asegurar una actuación coordinada les brindaría a los centros de una capacidad operativa y de masa crítica mayor en áreas tales como la presentación conjunta de propuestas de proyectos a organismos de promoción de la innovación, tanto nacionales como internacionales, la elaboración y participación coordinada en instrumentos de financiamiento, entre otras.

Las economías periféricas, como las latinoamericanas, se caracterizan por su dependencia con los países centrales en materia de desarrollo tecnológico. Tal dependencia se basa, a grandes rasgos, en la limitada capacidad de generar y difundir cambio técnico en su economía y la heterogeneidad estructural (Motta *et al* 2019). Por consiguiente, la intervención pública es crucial para paliar las consecuencias que conlleva la dependencia. Junto con esto, la fragilidad y discontinuidad de las políticas industriales y tecnológicas y la inestabilidad institucional forman parte de las debilidades estructurales que enfrentan los países periféricos para impulsar procesos de desarrollo (Zubeldía y Hurtado, 2019).

En tal sentido, partir de una matriz productiva de base agroexportadora con capacidades industriales nacionales de baja y media intensidad tecnológica –perfil propio de una economía periférica como Argentina– y proponerse la creación de entornos productivos de creciente intensidad tecnológica -como podrían ser los CT - supone contar con capacidades estatales para concebir e impulsar una trayectoria gradual de escalamiento selectivo en la jerarquía de habilidades y competencias tecnológicas, organizacionales, institucionales y políticas.

En esa línea, el Estado podría promover: (1) inversión empresarial para incorporar conocimiento –tecnológico, organizacional y de gerenciamiento–; (2) inversión pública de largo plazo en

sectores estratégicos orientados a objetivos (Hurtado y Zubeldía, 2018 ); (3) inversión y apoyo activo a PyME, que no tienen capacidad de inversión en la mejora de sus desempeños, incluidas las actividades de I+D o el acceso a tecnologías 4.0; y (5) políticas interministeriales e intersectoriales de coordinación y con marcos regulatorios y políticas exteriores capaces de proteger estos procesos (Hurtado y Zubeldía, op.cit.).

En este escenario, los CT podrían tener una función central en el diagnóstico, diseño de agendas e identificación del tipo de conocimiento necesario, así como en la construcción de mecanismos de transferencia y extensión de conocimiento al territorio, a las economías regionales y a los distintos segmentos empresariales.

No obstante, las políticas públicas que fomenten la conformación de consorcios público-privado -o CT locales o regionales-, debieran contemplar y fortalecer las asociaciones que cuentan con una historia de funcionamiento y vinculación y, en tal sentido, poseen una trayectoria de trabajo con el entorno local/regional. Se requiere un mapeo institucional de redes, Centros, Polos tecnológicos, antes de incentivar nuevas asociaciones para evitar no solo la superposición de tareas sino también la escasez de financiamiento. Para ello, resulta clave establecer criterios de clasificación, que delimiten los requerimientos para construir un registro oficial de los CT nacionales, tal como se observan en algunas de las experiencias españolas indagadas en el punto 3.

A su vez, en el afán por promocionar 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). La difusión de la adopción de tecnologías 4.0 requiere de la participación e intervención de múltiples actores. Así, uno de los desafíos de las políticas públicas es el de promover su integración e incentivarlos a operar de manera dinámica para que logren generar sinergias y aprendizajes colectivos. Para esto es fundamental contar con una infraestructura de telecomunicaciones apropiada, tanto en disponibilidad como en calidad y costo, para garantizar la conectividad tanto de los CT como de las PyME. Sin embargo, para que exista un número importante de empresas usuarias y proveedoras de tecnologías, el Estado debe asumir un rol activo. Para ello es crucial que garantice y facilite servicios en línea, instancias de diálogo entre los actores y que invierta para promover la innovación y la cooperación entre empresas y CT.

Tomando en cuenta este escenario, es importante que las PyME argentinas conozcan las diferentes posibilidades que ofrecen estas tecnologías para incorporarlas tempranamente en su matriz productiva y mejorar así su competitividad. Pero el desafío no es solo individual, sino que debe asentarse en el análisis y el debate sobre las posibles implicancias para el entramado productivo y social del país, y las estrategias públicas y sectoriales necesarias para afrontar nuevas adopciones y decisiones tecnológicas.

## 6 Bibliografía

ADIMRA (2021): Boletín de actividad metalúrgica, Noviembre.

Albrieu, R., Basco, A., Brest López, C., De Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M. Y Vienni, G. (2019): Travesía 4.0: hacia la transformación industrial argentina, BID, INTAL, CIPPEC

Asheim, B. T. (1996). "Industrial districts as 'learning regions': A condition for prosperity". *European Planning Studies*, 4(4), 379-400.

Baheti, R. Y Gill, H. (2011). "Cyber-physical systems", *The Impact of Control Technology*, vol. 12, N° 1, pp. 161-166.

Basco, A., Beliz, G., Coatz, D. Y Garnero, P. (2018): *Industria 4.0: fabricando el futuro*, Ciudad de Buenos Aires. BID, UIA, INTAL.

Becattini, G., Bellandi, M. & Propris, L. D. (2011). *A handbook of industrial districts*. Cheltenham, UK. Edward Elgar Publishing Limited.

Becattini, G.; Bellandi, M.; De Propris, L. (ed.). *A handbook of industrial districts*. Edward Elgar Publishing, 2014.

Brixner, C., Isaak, P., Mochi, S., Ozono, M. Y Yoguel, G. (2019): "Industria 4.0: ¿Intensificación del paradigma TIC o nuevo paradigma tecno organizacional?", Documento de trabajo N° 17, Buenos Aires. Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI).

Callon, M. (2008): "La dinámica de las redes tecno-económicas" en Thomas, H. y Buch, A. (coord.) *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*, Bernal. Universidad Nacional de Quilmes.

CEPAL, N., & Europea, U. (2018). *La Unión Europea y América Latina y el Caribe: Estrategias convergentes y sostenibles ante la coyuntura global*.

Cooke, P. (2001). "Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy". *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945-974.

Dini, M., Gligo, N. Y Patiño, A. (2021): "Transformación digital de las mipymes: elementos para el diseño de políticas", Documentos de Proyectos, Santiago. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

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", Documentos de

Proyectos (LC/TS 2019/80), Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Finquelievich, S., Feldman, P. J., & Girolimo, U. (2017). Innovación productiva para el desarrollo local: redes, actores y procesos en la sociedad de la información, *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, Global Knowledge Academics.

Gutti, P. Y Bartis, G. (2023): Redes de centros tecnológicos para promover la innovación en empresas. Análisis comparado de cuatro experiencias internacionales, Ministerio de Economía, Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo, Argentina. Marzo.

Hopkins, T. K., & Wallerstein, I. (1986): "Commodity chains in the world-economy prior to 1800". *Review (Fernand Braudel Center)*, 10(1), 157-170.

Hurtado, D.; Zubeldía, L. (2018): "Políticas de ciencia, tecnología y desarrollo, ciclos neoliberales y procesos de des-aprendizaje en América Latina" *Universidades*, núm. 75, 2018, Enero-Marzo, pp. 7-18 Unión de Universidades de América L.

Kataishi R., Barletta F. Y Mohrorlang H. (2010): "Estudios sobre difusión de TICs en Argentina" en colaboración con la División Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL, Naciones Unidas. Littec, UNGS.

Lee, E. (2008). "Cyber physical systems: Design challenges", Trabajo presentado en el 11th iee Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (isorc), pp. 363-369.

Lee, J., Bagheri, B. Y Kao, H. (2015). "A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems", *Manufacturing Letters*, vol. 3, enero, pp. 18-23.

Lugones, G.; Suárez, D. Y Maldován, P. (2008): "Innovation, competitiveness and salaries: a model of combined growth at the firm level", presentado en Globelics, México D.F., Noviembre.

Luna Ledesma, M. (2003). *Itinerarios del conocimiento: formas dinámicas y contenido: un enfoque de redes*. Anthropos.

Mas Verdú, F. (2003): "Centros tecnológicos y sistemas regionales de innovación: modelos europeos". *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, (3), 129-161.

Mas Verdú, F., Baviera-Puig, A. Y Martínez-Gomez, V. (2008): "Internacionalización, servicios y política de innovación: el papel de los centros tecnológicos", *ICE Revista de Economía*.)

- Monostori, L. (2014). "Cyber-physical production systems: Roots, expectations and r&d challenges", *Procedia cirp*, vol. 17, pp. 9-13
- Motta, J., Morero, H. Y Ascúa, R. (2019): "Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina", *Documentos de Proyectos*, Santiago: Comisión Económica para América Latina (CEPAL)
- Novick, M. (2002): "Aprendizaje y conocimiento como ejes de la competitividad. Capacitación e innovación en dos tramas productivas de la industria manufacturera argentina", en de Ibarrola, M. (edit.) *Sistemas locales y capacitación*, Montevideo. Cinterfor-OIT, Universidad de Leon, RET.
- Peirano, F., Kohon, F. Y Quattrone, C. (1996): "Propuesta para la conformación de Red ADIMRA de Centros Tecnológicos. Lineamientos para una hoja de ruta estratégica", Documento de Trabajo.
- Perroux, F. (1964). *La economía del siglo XX*. Barcelona. Ariel
- Polanco, X. (2006): "Análisis de redes: una introducción" en Albornoz, M. y Alfaraz, C. (editores) *Redes de conocimiento construcción, dinámica y gestión*, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe (UNESCO). (Publicación digital)
- Porter, M. E. (1990): *Competitive advantage of nations: creating and sustaining superior performance*. Simon and Schuster.
- Stake, R. (1995): *The Art of Case Study Research*, California. Sage.
- Versino, M., Guido, L., Gorenstein, S. y Vidoso, R. (2023): "La promoción de tecnologías 4.0 para las Pequeñas y Medianas Empresas argentina", *Revista Ciencia, Tecnología y Política*, Universidad Nacional de La Plata, Vol. 6 Núm. 11.
- Yoguel, G.; Barleta, F.; Pereira, M. Y Robert, V. (2012): "Capacidades de absorción y conectividad en sistemas productivos y de innovación locales. El caso de la industria de Software y Servicios Informáticos", versión para comentarios, Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento, Mimeo.
- Zubeldía, L. Y Hurtado, D. (2019): "Política tecnológica e industrial en contexto semiperiférico: la producción pública de medicamentos en Argentina (2007-2015)", *Revista Perspectivas de Políticas Públicas*, Vol.8, Nº 16 (enero-junio). Disponible en <http://revistas.unla.edu.ar/perspectivas/article/view/2350/1460>