

Los Centros Tecnológicos y la difusión de tecnologías 4.0 en las pequeñas y medianas empresas de Argentina. Experiencias de casos del sector metalúrgico en la región bonaerense (2018-2021)

Technology Centers and the dissemination of 4.0 technologies in small and medium-sized companies in Argentina. Case experiences of the metallurgical sector in the Buenos Aires region (2018-2021)

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23141174/3w1kgid47>

Mariana Versino⁹

Universidad Nacional de La Plata – Universidad Estadual de Campinas – Centro de Estudios Urbanos y Regionales – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – Argentina

Luciana Guido¹⁰

Universidad de Buenos Aires – Universidad Nacional de Quilmes
Centro de Estudios Urbanos y Regionales – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – Argentina

243

Resumen

El trabajo busca caracterizar el funcionamiento de dos Centros Tecnológicos (CT) de la Red de ADIMRA para comprender la forma en que los mismos actúan como intermediarios para alcanzar la difusión de las tecnologías 4.0 en pequeñas y medianas empresas argentinas dentro del espacio tecno-productivo del sector metalúrgico. Para ello se parte de la consideración de la expansión del paradigma tecno-económico de las TIC en el contexto local, utilizando las nociones de red y la de nodos intermediarios para comprender la forma en que se despliega su accionar. El análisis se basa en la realización de dos estudios de caso de CT a partir de considerar distintas variables: recursos humanos, alcance geográfico y sectorial de sus prestaciones, financiamiento, entre otras. Las conclusiones obtenidas buscan alcanzar conocimientos orientados a proponer un mejor diseño de políticas públicas para el logro de los objetivos perseguidos por los protagonistas.

⁹ mversino@gmail.com

¹⁰ lucianaguido@gmail.com

Palabras clave:

TECNOLOGÍAS 4.0; CENTROS TECNOLÓGICOS; TERRITORIO; PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS

Abstract

The work seeks to characterize the operation of two Technology Centers (TC) of the ADIMRA Network to understand the way in which they act as intermediaries to achieve the dissemination of 4.0 technologies in small and medium-sized Argentine companies, within the techno-productive space of the metallurgical sector. To do this, we start from the consideration of the expansion of the techno-economic paradigm of ICT in the local context, using the notions of networks and intermediary nodes to understand the way in which their actions are developed. The analysis is based on carrying out two CT case studies based on the consideration of different variables: human resources, geographic and sectoral scope of its benefits, financing, among others. The conclusions obtained seek to achieve knowledge aimed at proposing a better design of public policies to achieve the objectives pursued by the protagonists.

Keywords:

4.0 TECHNOLOGIES; TECHNOLOGICAL CENTERS; TERRITORY; SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

244

Fecha de recepción: 8 de julio de 2024.

Fecha de aprobación: 16 de octubre de 2024.

Los Centros Tecnológicos y la difusión de tecnologías 4.0 en las pequeñas y medianas empresas de Argentina. Experiencias de casos del sector metalúrgico en la región bonaerense (2018-2021)

1. Introducción

La consolidación del paradigma tecno-económico de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) iniciada en la década de 1970 evolucionó, a comienzos de los años 2000, hacia la introducción ampliada de tecnologías digitales en la producción manufacturera. Ello hizo lugar al desarrollo de un modelo productivo basado en la integración de sistemas de producción ciber-físicos en la manufactura y la logística. Ya sea conceptualizado como Cuarta Revolución Industrial (Schwab, 2016) o –entre otras denominaciones más recientes– capitalismo de plataformas (Srnicsek, 2018), en todos los casos en que se habla de esta transformación se hace referencia a la informatización y digitalización de una gran cantidad de datos que permiten la convergencia de las TIC con los distintos aspectos de la organización de la producción, la comercialización y el consumo.

Los países centrales líderes en los sectores tecnológicos involucrados en el despliegue de esta transformación orientaron sus políticas industriales y de innovación al desarrollo de los procesos de digitalización de la producción manufacturera. Ya sea a través de las políticas de Industria 4.0 en Alemania, la Internet Industrial en los Estados Unidos, el plan *Made in China 2025* o el *Made in Europe 2020* y luego *2030*, estos países desde inicios de la segunda década del siglo XXI, avanzaron con distintos planes y programas para su fortalecimiento (CEPAL, 2016; Albrieu *et al.*, 2019). Dadas las capacidades de estos países en la producción de *hardware*, *software* y plataformas digitales globales, el objetivo no solo es la promoción de procesos de mejoramiento de la competitividad de sus sistemas productivos a partir de su uso, sino también la introducción de producción

digital avanzada (PDA) buscando -a partir de su difusión- definir los estándares y regulaciones globales de su funcionamiento.

En este marco, la introducción de las tecnologías 4.0 en los sistemas productivos de América Latina dista de ser un proceso que pueda compararse en términos de los actores (empresas, instituciones de I+D, organismos estatales de financiamiento, entre otros) y los niveles de madurez tecnológica alcanzados regionalmente (Albrieu *et al.*, 2019). En este sentido, tanto las empresas locales que constituyen el mercado para la adopción de estas tecnologías, como aquellas que, pudiendo constituirse en productoras de algunas de ellas, deben actuar dentro de escenarios globales ya desarrollados y, en algunos casos, fuertemente concentrados requieren políticas e incentivos que se adecuen a las condiciones de su funcionamiento.

Asimismo, si el objeto de dichas políticas es promover la adopción de estas tecnologías por parte de las pequeñas y medianas empresas (PyME), la tarea de diseñar instrumentos y programas que permitan alcanzar ese objetivo se complejiza aún más. En América Latina en general y en Argentina en particular se trata de un universo de empresas diverso y heterogéneo no sólo en términos sectoriales e intrasectoriales, sino también en relación al dominio de los conocimientos y habilidades que constituyen una condición *sine qua non* para hacer posible la incorporación de estas tecnologías. Es en este sentido que el presente trabajo se orienta a producir información que permita encontrar alternativas de políticas para uno de los actores centrales en los procesos de construcción de estas capacidades: los Centros Tecnológicos (CT)¹¹.

La figura de los CT juega un papel clave en la dinámica de las regiones en que se fortalecieron entramados tecno-productivos o sistemas regionales de innovación densos en términos de las articulaciones alcanzadas entre los actores participantes. En Argentina, la Red de Centros Tecnológicos de la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República

¹¹ Para un análisis específico de las políticas públicas de promoción de las tecnologías 4.0 en las PyME argentinas, ver Versino *et al.*, 2023.

Argentina (ADIMRA) cuenta con centros dedicados a la prestación de servicios con tecnologías 4.0 y, en este sentido, su estudio constituye un aporte para la comprensión de los procesos de incorporación de estas tecnologías en el ámbito local. El objetivo del presente trabajo es analizar dos casos que integran la Red de CT de ADMIRA: el Centro de Servicios Industriales (CSI) y el Centro Tecnológico Metalúrgico (CETEM). Para ello se realizará su caracterización en términos de su gobernanza, las capacidades tecnológicas que poseen a partir de los servicios tecnológicos ofrecidos por ellos, los recursos humanos, su financiamiento y las vinculaciones establecidas con las PYMES sectoriales. Ambos Centros se distinguen, entre otros aspectos, por compartir infraestructura específica y servicios que brindan a partir de un trabajo en algunos casos compartido.

El trabajo se estructura en las siguientes secciones: luego de esta introducción, se presenta el marco conceptual y metodológico utilizado para desarrollar la descripción y análisis de los casos de estudio. A continuación, se caracterizan los Centros analizados a partir de diferentes variables entre las que se destacan: los recursos humanos con los que cuentan, el alcance geográfico y sectorial de las acciones que desarrollan, el financiamiento para su funcionamiento, la gestión de recursos financieros externos para la realización de sus actividades, el tipo de PyME que asisten y las características generales de los servicios que brindan. Por último, se desarrollan las reflexiones finales orientadas a dar cuenta de los elementos a considerar para la definición y diseño de políticas públicas orientadas a los Centros Tecnológicos en tanto redes difusoras de tecnologías de producción avanzada.

247

2. Marco conceptual y abordaje metodológico seleccionados

La aproximación conceptual seleccionada se vincula, por un lado, con la búsqueda de categorías que permitan dar cuenta de los elementos contextuales que enmarcan los casos de estudio y, por otro, con la adopción de conceptos para su abordaje. Así, en un nivel de análisis macroestructural se hará

referencia a la noción de *paradigma tecno-económico* y, en particular, al *paradigma basado en las TIC* que permite introducir la fase actualmente vigente de su desarrollo asociada a la incorporación a la dinámica productiva de las denominadas tecnologías 4.0 (Brixner *et al.*, 2019). En un nivel de análisis meso y microsocioal, la propuesta conceptual construida para el abordaje de los casos de estudio estuvo orientada a la selección de categorías que permitieran, por un lado, dar cuenta de las nociones nativas de los actores analizados y, por otro, elaborar tanto una aproximación analítica como el marco para desarrollar al mismo tiempo una propuesta normativa que permitiera la definición de políticas orientadas a su desarrollo y fortalecimiento. En este sentido, la noción de red(es) permite introducir un marco analítico para el abordaje del material empírico recopilado y también captar tanto la complejidad de las relaciones entre los diversos actores presentes, como la búsqueda de sugerencias para la definición de las políticas sectoriales.

248

2.1 Paradigma tecno-económico basado en las TIC

La noción de paradigma tecno-económico (Pérez, 1985) caracteriza los distintos momentos de la evolución de la economía en los que debido a la introducción de una *revolución tecnológica* se produce un cambio estructural en los ritmos de crecimiento y productividad de los distintos sectores de actividad, a partir de un cambio técnico específico. “Ese fue el caso del microprocesador de Intel, una computadora en un chip, iniciador de la revolución informática” (Pérez 2010, p.6) a principios de la década de 1970. Este artefacto asociado a una constelación de tecnologías interdependientes hizo lugar al surgimiento de un paradigma tecno-económico que como tal consolidó la reorganización socio-institucional requerida para su estabilización. El paradigma tecno-económico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) que evoluciona desde aquel momento, comienza a partir de inicios del siglo XXI otra fase de su desarrollo a partir de la denominada *revolución*

digital (Schwab, 2016). En relación a esta disrupción digital, a partir de la segunda década del siglo XXI, en Alemania se comienza a hablar de la *Industria 4.0* o *4ta. Revolución Industrial* (Kagermann *et al.*, 2013; Brettel *et al.*, 2014, Brynjolffson y McAfee, 2014) que se encuentra actualmente en proceso (Schwab, 2016).

Las redes de alta velocidad, la inteligencia artificial (AI), la robótica, la internet de las cosas (IoT), la tecnología de cadena de bloques (Blockchain) y la analítica de datos asociada a la computación en la nube forman parte, a partir de su funcionamiento integrado, del denominado paradigma tecnoeconómico informacional. El funcionamiento sistémico que adquiere la convergencia de estas tecnologías afecta todas las dimensiones de la vida social y entre ellas distintos aspectos de la producción manufacturera aumentando la competitividad industrial en las PyME. Así, la producción digital avanzada (PDA) basada en la robótica, la fabricación aditiva o impresión 3D, la inteligencia artificial y el análisis de grandes datos (*Big Data*) permite acelerar los procesos innovativos aumentando el valor agregado de la producción. Y ello, entre otras variables, a partir de la mejora de los costos en base a la reducción de los tiempos de desarrollo de muchos productos, permitiendo una coordinación más eficiente de muchos procesos, maximizando la eficacia de la gestión con clientes y proveedores e incrementando la productividad laboral (ONUDI, 2019; CEPAL, 2021).

Ahora bien, el desarrollo y adopción de estas tecnologías se concentra en los países centrales y su despliegue es aún muy incipiente en países de industrialización tardía. La posibilidad de la incorporación de las tecnologías PDA exigen anchos de banda que en América Latina todavía son pocos los países con una infraestructura de banda ancha que pueden responder a esa demanda (CEPAL, 2016; García Zaballos *et al.*, 2021). Y ello reconociendo que las distintas formas de medición de estas variables varían de país en país en el ámbito regional y los índices construidos suelen también ser cuestionables en términos de su capacidad para reflejar las condiciones de accesibilidad reales, a

partir de la consideración de las heterogeneidades existentes inclusive al interior de un mismo país.

Aun reconociendo las debilidades estructurales que es necesario superar para la adopción de estas tecnologías en el ámbito local, no avanzar en acoplarse a la revolución digital es una limitante a la posibilidad de generar procesos de innovación y de crecimiento económico para los países semi industrializados. En este sentido, reconocer los avances logrados en América Latina y en Argentina en particular, en relación a algunos aspectos relacionados con la accesibilidad a la conectividad y en otros como los regulatorios en breves periodos de tiempo, es el punto de partida inicial para visualizar esta tarea como posible. La búsqueda orientada a lograr la adopción de las principales tecnologías de la PDA debe estar en el centro de una mirada estratégica para el apoyo a las PyME y no dejar de aspirar a que la misma se logre de una manera integrada y sistémica.

2.2 Noción de red(es)

250

La noción de red da cuenta de los distintos tipos de interrelaciones que se establecen entre actores heterogéneos con vistas a la consecución de objetivos comunes, ya sea explícitamente establecidos o derivados de los procesos de autoorganización de sus componentes. La tipología de las redes varía en función de las variables que pueden ponerse en juego como criterios para su definición. El tipo de asociados que las integren (individuos, instituciones, elementos heterogéneos de distinto tipo) o los objetivos que se propongan quienes participen de ellas (de investigación, de información, de innovación, de servicios tecnológicos, entre otras), pueden hacer lugar a diferentes clasificaciones (Sebastián, 2000). Para este autor las redes de innovación se caracterizan por la heterogeneidad de los actores que las componen debido a la complejidad de los procesos involucrados y las redes de servicios tecnológicos constituyen una variante de ellas. Así, en estas últimas “se asocian organizaciones que ofertan servicios tecnológicos y que a través de la red amplían la oferta de

servicios, facilitando la satisfacción de las demandas de los usuarios” (Sebastián, 2000, p.101).

Las interacciones que se dan al interior de las redes según sean los casos no remiten exclusivamente a la cooperación y dada la heterogeneidad de los actores involucrados pueden ser tanto redes competitivas como colaborativas, pero en caso de alcanzar cierto grado de estabilización hacen lugar a la complementación de las capacidades de los participantes generando resultados que resultan de interés para cada uno de ellos aun cuando sea por distintas razones. En este sentido, la estructura de las redes depende de los objetivos que quienes participan establezcan y dichos objetivos pueden variar según sea el actor de que se trate aun dentro de una misma red.

Distintas vertientes teóricas han dado cuenta bajo distintas denominaciones y abordajes conceptuales ya sea de las denominadas redes tecno-económicas (Callon *et al.*, 1992; Callon 2001), redes tecnoproductivas (Mercado, 2013) y redes de conocimientos (Casas, 2001; 2003; Albornoz y Alcaraz, 2006; entre otros). En el caso de la perspectiva teórica calloniana los actores que participan involucran actantes tanto humanos como no humanos, pero sin llegar a utilizar ese tipo de aproximaciones teóricas dados los objetivos del estudio, en todos los casos los elementos o nodos de las redes son heterogéneos. En este sentido puede incluir tanto empresas, universidades, cámaras empresariales, centros de investigación y de desarrollo tecnológico como la estructura de apoyo institucional de CyT, e instituciones del sistema educativo tanto de formación técnica como profesional. Las redes se constituyen en función de distintos procesos definidos por distintas trayectorias *dependientes de su pasado* y del contexto de variables que enmarcan su desarrollo.

Las redes cumplen distintas funciones, pero en el caso de las de innovación y, en particular, de las redes de centros de servicios tecnológicos en el marco de la cual los casos indagados se despliegan, centralmente se ocupan, por un lado, de facilitar la coordinación de las decisiones entre los distintos actores, entidades o nodos que las integran y, por otro, de transmitir

datos, información y conocimientos entre ellos a partir del establecimiento de distintos tipos de interacciones (Lambooy, 2004). En la literatura se sostiene que estas funciones se cumplen a partir de distintas modalidades de coordinación. En este sentido, este intercambio puede estar regulado por el mercado a partir del principio de intercambio guiado por la búsqueda de ganancias; por un sistema jerárquico instaurado ya sea legalmente o a partir de la legitimidad de la autoridad que subordina la toma de decisiones de los miembros de menor jerarquía; o por la construcción de redes en las que imperan mecanismos de coordinación basados en una fuerte confianza y el enraizamiento de las relaciones de intercambio de información y de conocimientos (Adler, 2001; Camagni, 1991; Cimoli, 2005; Casalet, 2005).

Las firmas son nodos importantes en las redes de innovación y a ellas se suman actores como las instituciones de I+D, las universidades, las UVT y diferentes áreas estatales de promoción de financiamientos de distinto tipo. Algunos nodos de las redes se convierten en intermediarios y desenvuelven experticia en actuar como *traductores* de los intereses de los otros nodos funcionando como *brokers* o personal de frontera. Si bien la mayor parte de los conocimientos adquiridos por las PyME a través de distintos tipos de aprendizaje proviene de otras empresas, ya sean proveedoras, competidoras o clientes, la existencia de espacios de sociabilidad como las cámaras empresariales que emprenden acciones de capacitación o de prestación de servicios tecnológicos aparecen como nodos de este tipo. La confianza mutua entre los participantes de las redes puede aparecer de la mano de acciones de asesoramiento de estos *nodos intermediarios* que permiten articular los intereses de distintos actores a partir de la obtención de diferentes tipos de beneficios para cada uno. En este sentido, hay que destacar que el mecanismo de coordinación generado por la confianza es el más eficiente cuando se trata de la generación, transferencia o difusión de conocimientos (Adler, 2001).

2.3 Los Centros Tecnológicos como nodos intermediarios y/o 'actores de frontera'

Los CT al interior de los sistemas de innovación entendidos como redes de innovación pueden definirse como nodos intermediarios o actores frontera. Esta última denominación se utiliza más frecuentemente para las organizaciones que se constituyen como intermediarias entre la academia y la política o la industria (Guston, 2001; Gustafsson y Lidskog, 2018) enfatizando su función de traductoras y/o coproductoras de conocimientos producidos en el ámbito científico para su aplicación y uso en el ámbito político o productivo.

De acuerdo con la CEPAL, los Centros Tecnológicos, persiguen el objetivo de la transferencia de conocimientos para la mejora de los procesos productivos/comerciales de las empresas y sus funciones son: la asistencia técnica y la articulación de los beneficiarios con diversos actores, especialmente con aquellos dedicados a la producción de conocimientos (Bellini, 2008; CEPAL, 2017).

La diversidad de modalidades de centros tecnológicos en relación a diferentes dimensiones también se encuentra descrita en la literatura. En este sentido, los CT divergen según sea/n: a) los actores que participan de su constitución, b) el origen de su financiamiento, c) el tipo de especialización técnica y cognitiva desarrollada, d) su tipo de gobernanza, e) los destinatarios objeto de sus servicios. Así, en términos de los actores institucionales que los promueven los hay pertenecientes al estado, a fundaciones privadas, a cámaras empresariales, a universidades, entre otras posibilidades.

Las capacidades de estas instituciones para constituir el nexo entre los diferentes tipos de actores que integran las redes de innovación, fueron ampliamente abordadas en la literatura sobre el tema. En general, se encuentra consensuada la tesis de que los centros tecnológicos se constituyen en actores promotores de los procesos de innovación y actúan como movilizados de nuevas oportunidades para las empresas que

carecen de departamentos de investigación y desarrollo o de recursos para el asesoramiento en relación a conocimientos y tecnologías disponibles en el mercado que se encuentran invisibilizadas para ellas. Ello es así en particular en casos de firmas aisladas respecto de las cadenas de valor a las que deberían estar integradas, lo que hace más valiosa esta capacidad de constituirse como nexos para las pequeñas y medianas empresas en países de industrialización tardía en que la integración de los tejidos tecno productivos no se encuentra consolidada (Stezano, 2018).

2.4 Abordaje metodológico y selección de los casos de estudio

El objetivo del presente trabajo, orientado a describir y analizar Centros Tecnológicos (CT) que promueven la adopción de tecnologías 4.0 en las pequeñas y medianas empresas (PyME), fue el punto de partida de la definición de los criterios para la selección de los casos de estudio.

Se optó por la Red de CT de la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA) como universo para el análisis de los Centros a ser estudiados. Dicha definición se basó en el hecho de que se trata de una Red que cuenta con Centros Tecnológicos que disponen de instrumentos para la promoción de la adopción de tecnologías 4.0 en empresas PyME locales distribuidos en todo el territorio nacional.

La Red de CT de ADIMRA se constituyó en el año 2016 y cuenta actualmente con 17 Centros distribuidos en distintas regiones del país¹². Fue creada con el objetivo de promover y realizar un trabajo colaborativo que permita potenciar las facilidades y recursos que cada CT posee.

La mayoría de los Centros Tecnológicos de la Red se constituyen al interior de las Cámaras Regionales que luego de iniciarse como prestadoras de servicios para sus asociados, constituyeron formalmente la figura de un CT para organizar este tipo de actividades. Casi todos ellos estaban creados antes

¹² <https://www.adimra.org.ar/reddecentros>

de la constitución de la Red en 2016, pero hay casos que surgen posteriormente, como es el caso del Centro Tecnológico Metalúrgico.

Se realizaron entrevistas a los integrantes de la Red a cargo de la gestión de los CT analizados y también a las PyME destinatarias de los servicios brindados. Se buscaron casos de centros tecnológicos con una mayor trayectoria en una oferta orientada a la promoción de las tecnologías 4.0. A partir de allí, se seleccionaron el Centro de Servicios Industriales (CSI) y el Centro Tecnológico Metalúrgico (CETEM) de ADIMRA.

El objetivo de la investigación plantea un alto nivel de especificidad y ello justificó su realización a partir del abordaje metodológico del estudio de casos (Stake, 1995; 1998; Yin, 2014). Esta estrategia implica la recolección y análisis de datos cualitativos y la triangulación de diferentes tipos de técnicas y métodos de recolección de la información. Así, la investigación se basó en información primaria obtenida a través de entrevistas semi-estructuradas y en profundidad y el relevamiento de información secundaria a través de documentos institucionales sujetos a cláusulas de confidencialidad, páginas web de los CT estudiados, notas periodísticas y bibliografía especializada, entre otras.

A partir de la información obtenida en las entrevistas antes mencionadas se diseñó un cuestionario semi-estructurado para caracterizar los CT seleccionados. El mismo estuvo orientado a identificar: los recursos humanos con los que cuentan, el alcance geográfico y sectorial de sus acciones, el financiamiento de su funcionamiento, la gestión de recursos financieros externos para la realización de sus actividades, el número y tipo de PyME que asisten y las características generales de los servicios que brindan, entre otras variables.

Luego, como parte de la definición de herramientas metodológicas de relevamiento de la información requerida, se diseñó un cuestionario auto administrado para poder aplicar a las empresas que recibieron servicios de los CT seleccionados. La búsqueda se orientó a identificar el origen del vínculo de las empresas con los CT y a evaluar su experiencia con éstos.

3. Los casos del Centro de Servicios Industriales (CSI) y el Centro Tecnológico Metalúrgico (CETEM)

3.1 El caso del Centro de Servicios Industriales (CSI): su caracterización

El Centro de Servicios Industriales (CSI) de ADIMRA es un centro sectorial de la industria metalúrgica que fue creado en agosto de 2014 con la misión de promover el acceso a diferentes tipos de tecnologías y también facilitar el desarrollo de procesos de I+D+i en las PyME del sector. El actor que gestiona y lleva adelante el CSI es la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina - ADIMRA, fundada en 1904 como una entidad privada integrada por industriales dedicados a la metalurgia. ADIMRA nuclea a más de 24.000 empresas y a alrededor de 60 cámaras regionales y sectoriales.

Esta institución tiene como misión acompañar a las empresas del sector metalúrgico brindándoles servicios y defendiendo los intereses de la industria de los posibles conflictos vinculados con las negociaciones de paritarias o los posibles ingresos de productos del sector a muy bajo precio (*dumping*). Si bien el servicio de negociación de las paritarias es el de mayor importancia histórica en términos institucionales, actualmente la Dirección de Centros Tecnológicos e Innovación, la Dirección de Formación y TIC y el Departamento de Comercio Exterior han adquirido un peso relevante. El crecimiento de estas áreas se inicia con tareas de capacitación a las que luego -en paralelo- se suman las de asistencia para la formulación de proyectos a empresas asociadas, el desarrollo de proyectos sectoriales, la búsqueda de fondos para el desarrollo de programas de apoyo a las empresas y las cámaras, entre otras. A su vez, en este proceso se promueven las vinculaciones entre el sector productivo y las instituciones científico-tecnológicas con el objetivo de incorporar y desarrollar nuevas tecnologías en las empresas metalmeccánicas del territorio argentino.

El CSI no tiene personería jurídica como Centro. Su creación surge en el marco del Departamento de Vinculación Tecnológica y depende de la Dirección de Centros Tecnológicos e Innovación. Esta Dirección gestiona la Red de Centros Tecnológicos de ADIMRA orientada a vincular a los CT de ADIMRA ubicados en todo el país, potenciando sus capacidades de brindar servicios a las empresas. Asimismo, esta Dirección es responsable de la articulación con otros actores del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación y de profesionalizar las capacidades de I+D tanto al interior de los CT como de las PyME. La Dirección de Centros Tecnológicos e Innovación es responsable tanto del Centro de Servicios Industriales (CSI) que resulta un nodo clave de la Red a su cargo, como del Departamento de Tecnología, del Centro de Servicios de Tecnología Nuclear y del Departamento de Seguridad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional de ADIMRA.

La meta establecida por el CSI como objetivo central de su funcionamiento es aumentar la competitividad de las PyME metalúrgicas a partir de la transferencia tecnológica. Para ello, el CSI cuenta con actividades organizadas en tres áreas: 1) Diseño Industrial y Prototipado; 2) Ingeniería Inversa y Control Dimensional y 3) Automatización y Robótica Industrial. Desde estas áreas se ponen a disposición de las PyME técnicas, capacitaciones y consultorías que apuntan a mejorar la calidad, la gestión y a reducir costos y tiempos de desarrollo de diferentes procesos y productos. En este marco se destaca el trabajo conjunto entre el personal del CSI y los equipos de ingeniería y diseño de las PyME a partir de la aplicación de variadas herramientas para desarrollar proyectos de distinto tipo.

A nivel institucional y a nivel técnico, el CSI tiene vínculo con diversos actores productivos y académicos, entre los cuales se destacan el INTI, en donde INTI Diseño e INTI Mecánica son las dos áreas con las que más se articulan y también con universidades entre las cuales destacan la UNSAM y la UBA, entre las principales.

Respecto de los recursos humanos, el CSI está integrado por diez personas: dos Ingenieros Industriales, un Ingeniero Mecánico, un Ingeniero Electrónico, dos Diseñadores/as Industriales, un Economista y dos Técnicos. Se trata de trabajadores/as en relación de dependencia que llevan adelante las tareas ofrecidas por el CSI a partir, en el caso del personal vinculado a las áreas técnicas, de la capacitación recibida internamente al incorporarse al Centro. Es declarada por los responsables del Centro la dificultad para atraer personal que cumpla con las características técnicas y de formación para llevar adelante las actividades. La tarea administrativa es realizada por personal de la Asociación que no se ocupa exclusivamente de las tareas del Centro. Asimismo, el CSI convoca a personal de otros CT de ADIMRA cuando ello es requerido para el desarrollo de etapas específicas de los proyectos llevados adelante.

Hay que destacar que la Unidad de Vinculación Tecnológica de ADIMRA está en estrecha relación con la coordinación del CSI y con el Instituto de Actualización Empresarial (I.A.E.A)¹³ que ofrece distintos tipos de capacitaciones, que complementan las actividades del Centro. En este sentido, el CSI funciona complementado por los distintos sectores de ADIMRA que se ocupan de tareas que en otras cámaras regionales quedan a cargo también del CT creado. De esta manera, la noción de red permite también describir el funcionamiento interno de este CT, en tanto la articulación entre distintos sectores de la Asociación que cuentan con trayectorias institucionalizadas específicamente dedicadas a cada tema, aparecen dividiendo las tareas llevadas adelante.

Respecto del financiamiento del CSI, en las entrevistas se pudieron relevar las siguientes fuentes de ingresos y porcentajes sobre el total de los mismos. El financiamiento público da cuenta de un 15% del total, el financiamiento proveniente de empresas de otro 15% y el financiamiento de ADIMRA cubre el 70% de lo requerido para su funcionamiento. Asimismo, se pudo conocer

¹³ El I.A.E.A nació en el año 2003 en respuesta a la necesidad de la Industria Metalúrgica Nacional de capacitación e innovación para garantizar su continuidad, fortalecimiento y liderazgo, cumpliendo con los requerimientos del Acuerdo 58/01.

que el Centro no cuenta hasta el momento con financiamiento de fuentes internacionales, o al menos no resultantes de acuerdos directos de la Asociación con entidades del exterior.

El CSI pone a disposición de las PyME un conjunto de servicios y tecnologías que se orientan a lograr la mejora de los procesos de I+D y de los procesos productivos en general de las empresas. Asimismo, genera instancias de sensibilización sobre tecnologías digitales y 4.0, buscando reducir los costos y los riesgos que enfrentan las PyME para encarar los procesos de su adopción.

La siguiente tabla presenta las distintas áreas del CSI, los servicios de cada área y los servicios 4.0 ofrecidos a las PyME.

Tabla 1: Áreas de trabajo del CSI y servicios ofrecido según tipo

Áreas de trabajo	Servicios ofrecidos	Servicios 4.0 ofrecidos
Diseño Industrial y Prototipado	Prototipado 3D	Manufactura Aditiva y sustractiva Industrial
	Diseño Industrial	
Ingeniería Inversa y Control Dimensional	Ingeniería Inversa	Escaneo 3D
		Modelado Mecánico 3D
		Simulación Elementos Finitos
	Control Dimensional	Software de Control Dimensional
Automatización y Robótica Industrial	Automatización <i>Lowcost</i>	Sistemas Embebidos Programación de la Automatización Diseño y programación de interfaz de usuario Diseño de PCB
	Automatización Industrial	Simulación de procesos. Diseño de soluciones en Software de modelado 3D Programación de la automatización
	Robótica	Simulación de procesos.

Fuente: Elaboración propia a partir de información brindada por el CSI y búsquedas complementarias.

3.2 El caso del Centro Tecnológico Metalúrgico (CETEM): su caracterización

El CETEM es un Centro Tecnológico público-privado integrado por ADIMRA, la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ) y la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). Se crea en abril de 2019 y en ese mismo año se integra a la Red de Centros Tecnológicos de ADIMRA. Para su puesta en funcionamiento recibió una inversión de 60 millones de pesos. Está situado en el Parque Industrial y Tecnológico de Florencio Varela, Provincia de Buenos Aires y cuenta con una superficie de 1000 m², tres laboratorios y dos aulas de capacitación. Si bien tiene alcance nacional, principalmente brinda servicios a empresas en el área del Conurbano y CABA. Su objetivo es

potenciar las capacidades y el crecimiento de la industria metalúrgica argentina mediante la incorporación de tecnologías que incrementen la competitividad de las pequeñas y medianas empresas del sector.

Desde su etapa inicial, el CETEM presta servicios tecnológicos de alto valor agregado en las áreas de electrónica y simulación. Este Centro es un referente para la industria electrónica al contar con una de las pocas *cámaras semianecoica* instaladas en el país, que se utiliza para la realización de ensayos de compatibilidad electromagnética para las PyME argentinas, entre otras aplicaciones.

El Centro aspira a posicionarse como un *aliado estratégico* del sector metalúrgico impulsando tecnológicamente sus productos, ampliando sus mercados y mejorando su competitividad de forma sustentable. Para ello, se especializa en: compatibilidad electromagnética y en procesos de conformado -en pos de fortalecer las capacidades de I+D de las PyME metalúrgicas del país-. Para ello, organiza su oferta en dos áreas de trabajo: 1) electrónica y compatibilidad electromagnética y 2) el área de simulación.

Respecto de la gobernanza, hay una Comisión Directiva que se reúne mensualmente en la que participan representantes de las tres partes que conforman al Centro en las cuales se debaten las decisiones de índole institucional. No obstante, las decisiones que se tienen que tomar a diario están a cargo de quienes trabajan en el CETEM: las autoridades y el equipo técnico. En la mayoría de los casos lo decidido se eleva a la Comisión Directiva cada mes.

A nivel institucional y a nivel técnico, el Centro tiene vínculo con diversos actores productivos y académicos, entre los cuales se destacan el INTI -INTI Mecánica e INTI Departamento de Compatibilidad Electromagnética son las dos áreas con las que más se articulan- y también con universidades entre las cuales se destacan la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, la Universidad Nacional Arturo Jauretche, la Universidad Nacional de San Martín y la Universidad de Buenos Aires.

Desde el Centro se busca, además, contribuir con la formación de los recursos humanos del sector mediante el dictado de carreras de posgrado y cursos de capacitación especializados, orientados principalmente al uso y adopción de las nuevas tecnologías.

Respecto de los recursos humanos, el CETEM está integrado por un ingeniero electrónico responsable del Área de Electrónica y el Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética, un ingeniero mecánico responsable del Área de Simulación y un técnico electromecánico que participa como colaborador en las distintas áreas del Centro. Las tareas de coordinación, contaduría, aspectos institucionales, entre otros, se trabajan con el apoyo del personal de ADIMRA. Asimismo, la Coordinación del CETEM al momento de la realización del estudio, también forma parte de la Dirección de CT e Innovación de la Red de CT de ADIMRA.

El CETEM para su funcionamiento cuenta con ingresos propios provenientes de la realización de proyectos o servicios que le brinda a las PyME como también de aportes de ADIMRA.

Tabla 2: Áreas de trabajo del CETEM y algunos de los servicios ofrecidos según tipo

Áreas de trabajo	Servicios ofrecidos	Servicios 4.0 ofrecidos
Electrónica y Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética	Diseño y desarrollo de productos electrónicos para distintos sectores de la industria.	Cámara semianecoica
	Asistencia técnica para el cumplimiento de la normativa de compatibilidad electromagnética.	Software para impresión 3D Software de simulación de procesos industriales
	Reingeniería y adecuación de productos (incluyendo rediseño de PCBs).	
Simulación	Asistencia en proyectos de forjado por matriz cerrada, forja libre. También conformado de tubos y chapas.	
	Simulación de estructuras estáticas lineales y bajo cargas dinámicas. Simulación de tratamientos térmicos.	
	Fabricación y montaje de placas electrónicas	

263

Fuente: Elaboración propia a partir de información brindada por el CETEM y búsquedas complementarias.

Si bien el CETEM brinda servicios vinculados con impresión 3D, la impresora se encuentra emplazada en el CSI con quienes se trabaja conjuntamente en algunos proyectos.

3.3 CSI y CETEM como intermediarios de la difusión tecnológica 4.0 en las PyME

En los casos indagados se dará cuenta, en primer lugar, de la vinculación establecida con las Pyme a través de distintas

vías de contacto de los Centros y, en segundo lugar, de las características específicas del trabajo de los CT ante las demandas de sus destinatarios.

3.3.1 Contacto con las Pyme receptoras de los servicios de los CT

El origen de las vinculaciones entre los Centros y las empresas que han recibido sus servicios está ligado a tres vías principales de comunicación:

1. En primer lugar, a partir del contacto con las PyME para la aplicación a líneas de financiamiento públicas, especialmente de Aportes No Reembolsables tales como el Programa de Apoyo a la Competitividad (PAC) del Ministerio de Desarrollo Productivo, en el que las empresas obtienen gran parte de los recursos necesarios para la utilización y el desarrollo de los servicios de los centros. El vínculo con las firmas se realiza centralmente a través de las acciones desplegadas por la UVT de ADIMRA que actúa complementariamente con las actividades de los CT analizados.

2. A partir de campañas de difusión y sensibilización por redes sociales y vía correo electrónico desarrolladas tanto por el CSI y el CETEM, como también por ADIMRA.

3. A través de *webinars* de capacitación que se organizan desde ADIMRA o en el marco de Congresos sobre Impresión 3D o de tecnologías 4.0 organizados por los CT u otras organizaciones a los que el CSI y el CETEM asisten.

De acuerdo a la bibliografía consultada sobre experiencias internacionales (Mas-Verdú, 2003; Stezano, 2018; Zacharewicz *et al.*, 2017) y en las iniciativas locales desarrolladas, la sensibilización orientada a comunicar la importancia de la transformación digital y de la incorporación de tecnologías 4.0 es una tarea necesaria. Y ello es así, centralmente en un contexto en que según la encuesta realizada en Argentina por BID - CIPPEC - UIA (2019) solo el 10% de las empresas incorporaron tecnologías 4.0 y más del 60% no prevén el desarrollo de acciones para su incorporación (Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0, 2021). En términos sectoriales, el Informe de

ADIMRA: Tecnología e Innovación en las Empresas Metalúrgicas (2020), en base a una encuesta realizada en septiembre del año 2020, señala que el 48% de las firmas considera implementar soluciones de Industria 4.0 y que, de éstas, el 78% contempla realizar mejoras productivas/comerciales y el 22% desarrollar productos innovadores o nuevos servicios ligados a sus productos mediante la introducción de nuevas tecnologías (ADIMRA, 2020).

En el escenario internacional se destaca, en relación a las experiencias analizadas, el Centro TECNALIA (Aranguena et al., 2010; Arce Urteaga, 2016). Se trata de un Centro privado de Investigación Aplicada de España, que aparece como un antecedente en el marco de las acciones llevadas adelante por la Red de CT de ADIMRA en la que se inscriben los Centros analizados. En relación a dicho referente, los CT locales comparten la particularidad de funcionar en el marco de una red de centros e iniciar el vínculo con las PyME que entran en contacto a través de la realización de un diagnóstico de su funcionamiento. Así, antes de realizar ningún servicio se hace un diagnóstico de lo que la empresa necesita. En general las empresas se acercan teniendo en cuenta lo que ofrecen los Centros (prototipado, escaneo, impresión 3D, entre otros) y a partir de allí el diagnóstico consiste en realizar las indicaciones técnicas acerca de si lo solicitado es conveniente hacerlo de la manera demandada.

265

3.3.2 Forma de trabajo entre los CT y las Pyme

Tanto el CSI como el CETEM trabajan con una dinámica de venta de catálogo de servicios tecnológicos, pero también ofrecen lo que denominan *proyectos especiales*. Se trata de proyectos más complejos que integran diferentes servicios, como prototipado, impresión 3D, electrónica y escaneo para hacer tecnología inversa.

3.3.2.1. El caso del CSI

En el caso del CSI la metodología de trabajo inicial con las empresas asociadas a ADIMRA supuso una cantidad de horas de servicios que eran ofrecidas gratuitamente. Ello se gestó de esa manera como una forma de hacerse conocer entre las firmas asociadas y en un momento en que el personal del Centro estaba desarrollando su propia curva de aprendizaje para poder brindar los servicios de manera óptima.

Respecto de las PyME que reciben la asistencia técnica del CT, se logró avanzar en la identificación de las empresas a las que el CSI de ADIMRA brindó servicios desde el año 2018 hasta mediados del año 2021. Durante estos casi cuatro años se brindaron alrededor de 247 prestaciones de diferentes servicios (prototipados, escaneos, ingeniería inversa, automatización, proyectos especiales, simulación y diseño y desarrollo) a alrededor de 130 empresas. Durante 2018 se realizaron 60 servicios a 38 empresas; en 2019, 100 servicios a 62 empresas nuevas; en 2020, 37 servicios a 18 empresas más; y, durante 2021, se han brindado casi 50 servicios a 12 nuevas empresas y el resto a empresas ya vinculadas al Centro previamente. Además de los servicios otorgados a empresas del CSI también entre ellos se encuentran servicios prestados a empresas de otros Centros de la Red ADIMRA (CETEM, De Arteaga/FIDEIAR) o a ADIMRA Joven.

Si se observa el análisis de los servicios realizados por el CSI entre los años 2018 y 2021 arroja que el 48% de los mismos son prototipados, el 32% escaneos o relevamientos dimensionales, el 12% proyectos especiales, el 4% de ingeniería inversa y el restante 1,2% se explica por servicios de automatización, simulación y diseño y desarrollo.

Las empresas que recibieron servicios del CSI conforman un universo heterogéneo, perteneciendo a diferentes sectores tales como: Consumo final y equipo doméstico, Automotriz, Alimentos y bebidas, Ferroviario, Naval, Equipamiento médico, Maquinaria agrícola, Construcción e infraestructura, Electrónica, electromecánica e informática, Carrocería, remolques y semirremolques, *Oil & gas*, Subterráneos, Forja, Fundición, entre otros.

Las empresas beneficiarias se encuentran localizadas en distintos puntos del país. Si bien la mayoría es de la Provincia de Buenos Aires y CABA, también las hay de Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y Mendoza.

A partir de una de las entrevistas realizadas, se pudo conocer la caracterización que se realiza desde el Centro sobre las empresas del sector. Respecto de la diversidad de empresas socias de ADIMRA y de la situación de éstas frente a la digitalización y la Industria 4.0, se pudo relevar que desde el Centro se identifican dos grandes grupos de empresas: aquellas que ya están incorporando tecnologías de impresión 3D o tecnologías propias de la industria 4.0 como sensorización o motorización remota y empresas que se encuentran aún en transición. Respecto de las empresas beneficiarias del Centro, se trata en su mayoría de empresas PyME con alrededor de 7 empleados/as. En las entrevistas, se destacó el ejemplo de la cadena de valor de las autopartistas, a la que pertenecen muchas empresas de ADIMRA. En este sector, los actores de la demanda plantean desafíos de calidad y el CSI busca fortalecer a las PyME para que puedan afrontarlos con una visión estratégica de futuro incorporada a su desarrollo.

267

La siguiente tabla presenta casos seleccionados que recibieron servicios del CSI en el período 2018-2021.

Tabla 3: Casos seleccionados de empresas clientes del CSI

Empresa	Tipo de empresa	Sector	N° de servicios	Criterio/s de selección	Tipo/s de servicio/s
A	Empresa estatal de transporte ferroviario	Ferrovionario	30	Frecuencia de servicios. Relevancia del Convenio.	Prototipado (40%) Escaneo (27%) Proyecto especial (23%). Ingeniería Inversa (7%)
B	Empresa multinacional de fabricación de automóviles	Automotriz	14	Frecuencia de servicios, nivel tecnológico y de gestión de la empresa. Articulación con: CT De Arteaga	Proyecto especial (50%) Prototipado (21%), Escaneo (29%),
C	Empresa dedicada al diseño y construcción de medios productivos para la industria automotriz	Automotriz	1	Relevancia del Convenio de I+D+i que desarrolla. Articulación con: FIUBA	I+D+i Fabricación aditiva mediante WAAM Impresión 3D por soldadura
D	Empresa dedicada a la fabricación de artefactos de cocción y calentamiento de agua. Emplea a 227 personas.	Consumo final y equipo doméstico	6	Frecuencia de servicios	Prototipado (88%), Escaneo (12%)
E	Empresa que realiza servicios de ensayos no destructivos	Oil & gas	1	Relevancia del Convenio de I+D+i. Articulación con: CT CETEM	Digitalización y robotización imágenes

268

Fuente: Elaboración propia a partir de información brindada por el CSI y búsquedas complementarias.

3.3.2.2. El caso del CETEM

De acuerdo a la información suministrada por el CETEM, son 16 las firmas destinatarias de los servicios brindados por ese CT, al año 2021 como se puede observar en las Tablas 4 y 5.

Tabla 4: Caracterización de los servicios 4.0 brindados por el CETEM desde el 2019 al 2021 pertenecientes al Área de Electrónica y el Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética

Empre sa	Tipo de empresa	Sector	N° de servic ios	Tipo de servic io	Descripción
A	Empresa dedicada a la fabricación de componentes neumáticos.	Automatiz ación industrial	1	Proyec to especi al	Desarrollo de electrónica de control para estaciones de válvulas neumáticas
B	Empresa dedicada a la fabricación dispositivos de control lumínico.	Iluminació n	2	Asiste ncia técnic a	Ensayo de precumplimiento de la norma IRAM 2491-4-3 e IRAM 2491-4-6 tecla capacitiva de luz.
C	Empresa dedicada a la fabricación de equipos de fototerapia.	Electromé dico	3	Asiste ncia técnic a	Ensayo de precumplimiento de la norma IRAM 2491-4-3; IRAM 2491-4-6 e IRAM-IEC

					CISPR 11 a desinfectador por UV-C.
D	Empresa dedicada a la fabricación de plantillas personalizadas	Nanotecnología	2	Asistencia técnica	Ensayo de precumplimiento de la norma IRAM 2491-4-3 e IRAM-IEC CISPR 11 a plantillas inteligentes .
E	Empresa dedicada al desarrollo de tecnologías para la discapacidad.	Tecnología adaptativa	1	Asistencia técnica	Ensayo de precumplimiento de la norma IRAM 2491-4-3 a silla omnidireccional.
Proyecto Asociativo Red de Centros	-	Electromédico	1	Proyecto especial	Proyecto para COVID: Diseño de generador de ozono para desinfección.
F	Empresa orientada a la provisión de soluciones y	IoT	1	Asesoría de EMC	Asistencia en el diseño de PCB de módulo de

	servicios tecnológicos de datos móviles, telecontrol y telemetría				comunicación.
G	Empresa que se dedica a la elaboración/manufactura de equipos para el desarrollo y crecimiento de la industria de la fundición.	Fundición	1	Asistencia técnica	Ensayo de cumplimiento de la norma IRAM 2491-4-3 a equipo de resistómetro de tracción en húmedo.

Fuente: Elaboración propia a partir de información brindada por el CETEM y búsquedas complementarias.

271

Tabla 5: Caracterización de los servicios 4.0 brindados por el CETEM desde el 2019 al 2021 pertenecientes al Área de Simulación

Empresa	Tipo de empresa	Sector	N° de servicios	Tipo de servicio	Descripción
H	Empresa dedicada a brindar servicios en el área de salud.	Médico	1	Simulación	Diseño y desarrollo de válvula para respirador
I	Empresa dedicada a proveer y comercializar soluciones metalúrgicas	Metalúrgico	-	Simulación	S/D
J	Empresa dedicada a la fabricación de sembradoras y	Agroindustrial	1	Simulación	Diseño de depósitos de jardín

	equipos agrarios.				
K	Empresa dedicada a la fabricación de acoplados.	Vial	2	Simulación	Análisis de cargas de una viga con software FEA
L	Empresa orientada a brindar servicios de forjado y estampado para diferentes industrias.	Forja	2	Proyecto especial	Escaneo y diseño de matriz para horquilla y triceta
LL	Empresa dedicada al diseño, fabricación y comercialización de válvulas y aplicaciones industriales.	Sistemas fluidales	1	Proyecto especial	Caracterización de uniones ²⁷² para tubos abalok
M	Empresa dedicada a la provisión de productos y servicios para distintos sectores industriales.	Metalúrgico	2	Simulación	Diseño y simulación de matrices para extrusión de tubos
N	Empresa que brinda soluciones de ingeniería aplicada a la industria petrolera.	Oil & Gas	-	S/D	S/D

Fuente: Elaboración propia a partir de información brindada por el CETEM y búsquedas complementarias.

A su vez, se profundizó en la recepción del servicio brindado a algunas de las PyME destinatarias en las dos áreas de

especialidad de este Centro. En cuanto a los datos obtenidos de las empresas que requirieron servicios del área de electrónica y compatibilidad electromagnética del CETEM, la relación con el Centro se originó, en la mayoría de los casos, por algún contacto previo con ADIMRA -ya sea a través de algún proveedor o por estar afiliado a la Asociación o por alguna recomendación de otra firma-. Además, en las entrevistas se resalta la importancia de contar con la posibilidad de llevar a cabo pre ensayos de compatibilidad electromagnética en una cámara anecoica como la emplazada en el CETEM. En todos los casos relevados para esta área, se trató de un servicio de *asistencia técnica*. En ese sentido, algunos de los servicios brindados por el Centro consistieron en la realización de pre ensayos de compatibilidad electromagnética, lo que fue el puntapié inicial para luego llevar adelante los ensayos en una cámara anecoica certificada. Por parte de las firmas se rescata tanto la posibilidad de hacer los ensayos como también la interacción con los operarios del Centro. En otros casos, el CETEM brindó un servicio de ensayo de seguridad eléctrica y también asesoró para la puesta en funcionamiento de desarrollos nuevos de las empresas.

273

Si bien algunos de los casos relevados cuentan con equipo técnico de I+D al interior de la firma, también resaltaron la necesidad de contar con mayores capacidades tecnológicas en electrónica. Por otra parte, en el caso de las firmas registradas en el área de simulación, una de ellas recibió un proyecto especial, no estandarizado, por parte del Centro, mientras que la otra recibió un servicio de asistencia técnica. En el caso del proyecto especial, se trató de una empresa - focalizada en proyectos tecnológicos- que se vinculó con el CETEM a través de ADIMRA dada la necesidad de la firma de resolver un inconveniente tecnológico en uno de sus productos. El servicio brindado consistió en la simulación de un conjunto de piezas para evaluar sus relaciones y posibles mejoras. Por otra parte, la PyME que recibió asistencia técnica por parte del CETEM es miembro activo de ADIMRA y a través de esa Asociación se vinculó con el Centro. El servicio brindado por el Centro consistió en el desarrollo por modelado digital del perfil de herramientas

específicas para la deformación por extrusión de caños de acero.

4. Reflexiones Finales

Los dos Centros de la Red de CT de ADIMRA analizados constituyen un avance para la constitución de espacios tecnoproductivos en el que la circulación de conocimientos permita lograr procesos de innovación asociados a la incorporación de tecnologías 4.0 en las PyME argentinas. Aun así, existen muchos obstáculos en la limitación para alcanzar dichos objetivos reconocidos por los propios protagonistas, siendo la sustentabilidad económica uno de los principales para su funcionamiento. Esto, como fue señalado, se debe a cuestiones estructurales del despliegue del paradigma tecno económico de las TIC en países periféricos. La posibilidad de captar fondos para poder contratar y capacitar al personal requerido para llevar adelante las actividades asociadas a la difusión de este tipo de tecnologías en las empresas locales aparece como un problema recurrente en diferentes momentos de la evolución de los Centros analizados.

Ello se refleja en que, en algunos períodos, los Centros han contado con más tecnologías para desarrollar diferentes servicios que con personas para poder realizarlos.

Otro de los problemas que se tiene en la gestión de los CT es la falta de registro tanto de los resultados como incluso del seguimiento de algunos servicios realizados por la escasez de personal dedicada al registro de lo realizado. Muchos de los prototipos y proyectos de impresión 3D llevados a cabo no tienen el registro ni de una foto, ni de ningún material de soporte que permita acumular la experiencia adquirida. Al mismo tiempo, servicios como el de asesoramientos para la compra de equipamientos tecnológicos para las firmas se realizan en gran cantidad, pero no se registran aun cuando forman parte de las actividades cotidianas del Centro. La noción de red emerge aquí como esencial, ya que los CT como organizaciones intermedias, dependen de sus capacidades para articularse tanto con actores públicos como privados, posibilitando la transferencia de

conocimientos y tecnología. Sin embargo, la escasez de mecanismos adecuados de comunicación y difusión de sus servicios limita su alcance, restringiendo su capacidad de impactar en un mayor número de empresas.

El costo de los servicios es mucho más económico que el del mercado y eso para las PyME es una ventaja porque viene de la mano de un ahorro en tiempo de desarrollo de procesos y productos que muchas veces implicaría más de dos años adicionales para su consecución de la manera tradicional. Por otra parte, como los CT de la Red analizada son instituciones sin fines de lucro, solo se cobran los costos sin margen de ganancia y no hay una visión empresarial en relación a la gestión y ofrecimiento de los servicios, siendo imposible medir el impacto económico efectivo de las actividades desplegadas por los Centros.

De los datos obtenidos se observa que las empresas que recurrieron tanto al CSI como al CETEM para la obtención de servicios tecnológicos cuentan, en la mayoría de los casos, con bajas bases de conocimiento en materia tecnológica – especialmente en tecnologías 4.0– o no poseen capacidades ni artefactos para llevar adelante sus propios desarrollos. Asimismo, la mayoría de los servicios brindados por los centros estudiados se realizaron a PyME próximas a las localidades donde se encuentran emplazados dichos Centros, más allá de algunos casos excepcionales. A su vez, para lograr la articulación con las firmas fue clave su integración dentro de la Red de Centros Tecnológicos ADIMRA, dado que ello les facilitó el acceso a los mecanismos de difusión de sus servicios. La mayor parte de las PyME entrevistadas dio cuenta de que su vinculación con el Centro se generó, principalmente, debido a su afiliación con una cámara empresarial de la Red a la que pertenecen los Centros analizados. Esto subraya la importancia de que los CT actúen como intermediarios en la difusión y adopción tecnológica. En este sentido, los CT funcionan como actores de frontera, facilitando la transferencia de conocimientos y tecnologías que resultan esenciales para la modernización de las PyME locales.

Por último, existe un reconocimiento de que los temas comunicacionales son una debilidad o más precisamente una de las dificultades para llevar adelante las tareas de los Centros. En este sentido, el tema de la llegada a las empresas potencialmente destinatarias de los servicios ofrecidos es percibido como una deficiencia en términos del alcance de las comunicaciones desarrolladas desde la Asociación en general y desde los CT en particular. Así como no se encuentran tiempos para el registro de informaciones que serían de utilidad para la evaluación de las actividades, no hay tampoco tiempo para llevar adelante las tareas de difusión requeridas para que la totalidad de las empresas tengan conocimiento de los servicios que se brindan y los beneficios que éstos permitirían introducir en su funcionamiento.

Hay que destacar que los diferentes aprendizajes y capacidades tecnológicas que puedan promover los CT se encuentran 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. En este sentido, la noción de red entendida como asociación de actores heterogéneos permite visibilizar un tipo de jerarquización que debiera en algunos casos invertirse en términos de las actividades llevadas adelante por cada actor institucional involucrado. Los CT tanto como las universidades no pueden adoptar funciones que deberían estar lideradas por las políticas estatales y el interés de un modelo político y económico destinado al fortalecimiento de este sector empresarial.

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 tecnoproductivo y social del país.

5. Referencias

- Adler, P. (2001). Market, hierarchy, and trust: The knowledge economy and the future of capitalism. *Organization Science*, 12(2), 215-234. <https://doi.org/10.1287/orsc.12.2.215.10117>
- Albrieu, R., Brest Lopez, C., Rapetti, M., Ferraz, J. C., Nogueira de Paiva Britto, J., Kupfer, D., & Torracca, J. (2019). *The adoption of digital technologies in developing countries: Insights from firm-level surveys in Argentina and Brazil*. Department of Policy, Research and Statistics, Working Paper 6, UNIDO. chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclefindmkaj/https://downloads.unid.org/ot/16/40/16407888/WP_6_FINAL.pdf
- Albornoz, M., & Alcaraz, C. (2006). *Redes de conocimiento: Construcción, dinámica y gestión*. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). <http://www.gestionsocial.org/archivos/00000837/AlbornozYAlfaraz.pdf>
- Aranguena, E., Ruiz, P., & Urrutia, I. (2010). Retos y respuestas de la gestión de la información en la Corporación Tecnológica TECNALIA. En *Documentación y gestión de los contenidos digitales* (pp. 101-120). Universidad del País Vasco.
- Arce Urriaga, E. (2016). *Factores determinantes del éxito en una transformación cultural durante un proceso de fusión entre empresas intensivas en conocimiento: El caso de TECNALIA* [Tesis doctoral]. Universidad del País Vasco.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), CIPPEC, & Unión Industrial Argentina (UIA). (2019). *Travesía 4.0: Hacia la transformación industrial argentina*. BID.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 perspective. *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, 8(1), 37-44.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W. W. Norton & Company.
- Brixner, C., Isaak, P., Mochi, S., Ozono, M., & Yoguel, G. (2019). *Industria 4.0: ¿Intensificación del paradigma TIC o nuevo paradigma tecno-organizacional?* CIECTI.
- Callon, M., Laredo, P., Rabeharisoa, V., Gonard, T., & Leray, T. (1992). The management and evaluation of technological programs and the dynamics of techno-economics networks. *Research Policy*, 21, 215-236.
- Callon, M. (2001). Redes tecno-económicas e irreversibilidad. *Revista REDES*, 8(17).
- Camagni, R. (Ed.). (1991). *Innovation networks: Spatial perspectives*. Belhaven Press.

- Casalet, M., Cimoli, M., & Yoguel, G. (Eds.). (2005). *Redes, jerarquías y dinámicas productivas*. FLACSO-México, OIT, Miño y Dávila.
- Casas, R. (Ed.). (2001). *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*. IIS-UNAM / Anthropos.
- Casas, R. (2003). Intercambio de flujos de conocimiento en las redes. En M. Luna (Ed.), *Itinerarios del conocimiento. Formas, dinámicas y contenido. Un enfoque de redes* (pp. 306-355). IIS-UNAM / Anthropos.
- Cimoli, M. (2005). Redes, estructuras de mercado y shocks económicos. Cambios estructurales en los sistemas de innovación en América Latina. En M. Casalet, M. Cimoli, & G. Yoguel (Eds.), *Redes, jerarquías y dinámicas productivas*. FLACSO-México, OIT, Miño y Dávila.
- García Zaballos, A., Iglesias Rodríguez, E., & Puig Gabarró, P. (2021). *Informe anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha. Brecha digital en América Latina y el Caribe. IDBA 2020* (Documento para discusión N° IDB-DP-82 4). BID.
- Gustafsson, K. M., & Lidskog, R. (2018). Boundary organizations and environmental governance: Performance, institutional design, and conceptual development. *Climate Risk Management*, 19, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.11.001>
- Guston, D. H. (2001). Boundary organizations in environmental policy and science: An introduction. *Science, Technology, & Human Values*, 26(4), 399-408. <http://www.jstor.org/stable/690161>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*. ACATECH.
- Lambooy, J. (2004). The transmission of knowledge, emerging networks, and the role of universities: An evolutionary approach. *European Planning Studies*, 12(5), 643-757. <https://doi.org/10.1080/0965431042000219996>
- Mas-Verdú, F. (2003). Centros tecnológicos y sistemas regionales de innovación: Modelos europeos. *Investigaciones Regionales*, 3, 5-32.
- Mercado, A. (2013). Conformación de redes tecnoproductivas como mecanismo de integración universidad-industria: La experiencia del Centro Nacional de Tecnología Química (2006-2011). *Revista Espacios*, 34(8). <https://www.revistaespacios.com/a13v34n08/13340810.html>
- Pérez, C. (1985). "Microelectronics, long waves and world structural change: new perspectives for developing countries". *World Development*, vol. 13, n° 3, pp. 441-463. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(85\)90140-8](https://doi.org/10.1016/0305-750X(85)90140-8)
- Pérez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 185-202.
- Sebastián, J. (2000). Las redes de cooperación como modelo organizativo y funcional para la I+D. *Redes*, 7(15), 97-111. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/702>
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Foro Económico Mundial.
- Srnicek, N. (2018). *Capitalismo de plataformas*. Caja Negra.

- 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.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage.
- Stake, R. E. (1998). Case studies. En N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Strategies of qualitative inquiry* (pp. 86-109). Sage.
- Versino, M., Guido, L., Gorenstein, S., & Vidoso, R. (2023). La promoción de tecnologías 4.0 para las pequeñas y medianas empresas argentinas. *Revista Ciencia, Tecnología y Política*, 6(11). <https://www.revistas.unlp.edu.ar/CTyP>
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th ed.). Sage.
- Zacharewicz, T., Sanz Menendez, L., & Jonkers, K. (2017). *The internationalisation of research technology organisations*. European Commission Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2760/944413>

6. Fuentes

- Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA). (2020). *Tecnología e innovación en las empresas metalúrgicas*. ADIMRA.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *La nueva revolución digital: De la internet del consumo a la internet de la producción*. Naciones Unidas.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2019). *Informe sobre el desarrollo industrial 2020. La industrialización en la era digital*. ONUDI.
- Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. (2021). *Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0*. Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.