



*"Modelos de desarrollo regional y estrategias
alternativas en la Argentina de 2022"*

Jueves 27 y viernes 28 de octubre de 2022

Resumen

Título

La Industria 4.0 como horizonte de transformación para pymes. Obstáculos e instrumentos de políticas tecnológica.

Autores: Blanc, Rafael; Lepratte, Leandro; Rodríguez, María Alejandra; Ruhl, Leonardo.

Problema / Objetivos.

El marco sociotécnico de la Industria 4.0 (I 4.0) ha trascendido su contexto original en Alemania extendiéndose hacia otros países desarrollados con políticas tecnológicas e industriales similares y a través de empresas multinacionales proveedoras de tecnologías incluidas en el mismo.

El proceso de transferencia y adopción del paquete de tecnologías I 4.0, presenta obstáculos para ser incorporados en pymes. Estudios recientes evidencian problemas específicos a las características de las pymes como así también factores de entorno nacional y regional para impulsar los procesos de cambio tecnológico en las mismas.

El objetivo del artículo es analizar los obstáculos a la incorporación del marco de I 4.0 en pymes de la provincia de Entre Ríos entre 2021-2022, e identificar factores micro-organizacionales, macroeconómicos y de nivel regional que intervienen.

En base a esto, se discuten los alcances de los instrumentos públicos de promoción de la Industria 4.0 y su impacto a nivel de pymes de la provincia.

Hipótesis / Resultados

El supuesto principal del trabajo es que la transformación impulsada por la I 4.0 implica en las pymes procesos de tipo micro-organizacionales endógenos que a su vez se ven impactados por factores exógenos de tipo macroeconómicos vinculados a las posibilidades de financiamiento como así también a las capacidades para que el entramado institucional regional articule de instrumentos públicos que impacten en las mismas.

Los resultados evidencian que existen procesos micro-organizacionales de tipo sociotécnicos para adopción del paquete tecnológico de I 4.0 que no sigue una trayectoria homogénea en cuanto a la preparación, la incorporación y el impacto de las tecnologías en términos de innovaciones tecnológicas y organizacionales.

Desde el punto de vista meso, es relevante la presencia de firmas proveedoras de tecnologías I 4.0 localizadas en la región y los instrumentos de política pública de I 4.0. Como limitaciones la falta de recursos humanos con capacidades y conocimientos para operar el paquete de tecnologías I 4.0.

En lo que respecta a factores macroeconómicos las posibilidades de financiamiento y el contexto de incertidumbre para encarar procesos prologados de transformación aparecen como los principales obstáculos.

Metodología y Análisis de datos.

Para el análisis se consideran el estudio en profundidad de los procesos de adopción de tecnologías I 4.0 en 15 pymes de la provincia de Entre Ríos de diferentes sectores. Estas fueron estudiadas a través de formularios ad hoc basados en enfoques de modelos de madurez I 4.0, con visitas a planta y entrevistas en profundidad con gerentes y mandos medios relacionados con producción e ingeniería de productos.

Se complementan con el análisis de instrumentos de impacto de normativas y políticas de promoción nacionales y provinciales sobre I 4.0, entre 2019 y 2021, en el territorio en diferentes sectores relacionados con la agroindustria. También se analiza la oferta de capital humano relacionado con I 4.0 en la región, y las firmas proveedoras de servicios especializados.

Descripción de la novedad y relevancia del trabajo.

El artículo, en estado de avance, evidencia de qué manera políticas tecnológicas de países en desarrollo, como Argentina, incorporan marcos tecnológicos que requieren de adecuaciones sociotécnicas, condiciones socioeconómicas e instituciones capaces de impulsarlas en los territorios.

Finalmente, abre líneas de discusión sobre el impacto de estas políticas en pymes de territorios con escaso desarrollo industrial, déficit de recursos humanos especializados y entramados institucionales con capacidades de articulación de instrumentos a escala territorial débiles. En este sentido la difusión de los paquetes tecnológicos no se efectúa conforme a los modelos lineales de ciencia – tecnología e innovación, sino que existen efectos feedback entre capacidades, firmas e instituciones que deben ser atendidas, en particular a escala y alcance territorial.

Artículo

La Industria 4.0 como horizonte de transformación para pymes. Obstáculos e instrumentos de políticas tecnológica.

Autores: Blanc, Rafael; Lepratte, Leandro; Rodríguez, María Alejandra; Ruhl, Leonardo.

1 Introducción.

En la discusión académica actual y en los planteos de políticas para el apoyo a empresas ha habido un crecimiento sostenido sobre la temática de la denominada Industria 4.0 (I40). Que son un conjunto de tecnologías electrónicas y digitales que se han consolidado en un conjunto a fin de ser nombradas con una forma sencilla y atractiva tanto para los hacedores de políticas como para los empresarios. Si bien las tecnologías no son nuevas, el abaratamiento de los costos y el impulso de las mismas por los países centrales ha llevado a la expansión del término a nivel mundial. La misma corriente es denominada de otras formas dependiendo del espacio donde se encuentre como: “Internet industrial”, “Ciber fábrica” o “fábricas inteligentes”, “Manufactura Avanzada”, “Cuarta revolución industrial”, “industria del futuro” y finalmente “Cuarta revolución industrial”. Todos estos términos hacen referencia a un paquete de tecnologías que se basa sobre todo en los sistemas ciber físicos. Estos sistemas son la combinación de máquinas, software y personas con objetivos comunes hacia cuestiones de negocio (Berger, 2016; Casalet, 2018; Kusiak, 2018; Yin et al., 2018).

Este nuevo paquete tecnológico tiene una serie de ventajas como la trazabilidad, la información en tiempo real, la flexibilidad y adaptabilidad a los cambios, reducción de desperdicios y retrabajos. Pero también trae aparejados inconvenientes como necesidad de elevada y constante formación de los recursos humanos, elevados costos de mantenimiento y puesta a punto, y dependencia tecnológica (Dubey et al., 2019; Fragapane et al, 2020; Salunkhe y Fast-Berglund; 2020).

Dado el progreso de la I40 a nivel regional y mundial, se vuelve un componente clave y su implementación, aunque no sea en forma completa, de estas tecnologías a fin de poder competir en el mercado. El proceso de transferencia y adopción del paquete de tecnologías

I40, presenta obstáculos para ser incorporados en pymes. Estudios recientes evidencian problemas específicos a las características de las pymes como así también factores de entorno nacional y regional para impulsar los procesos de cambio tecnológico en las mismas (Mogos et al., 2019; Rauch, Dallasega y Unterhofer, 2019; Motta, Morero y Ascúa, 2019).

Lo expresado en los párrafos anteriores hace relevante el estudio que cómo se da la implementación de la I40 dentro del entramado pyme de Argentina. Se plantea como objetivo del artículo analizar los obstáculos a la incorporación del marco de I40 en pymes de la provincia de Entre Ríos entre 2019-2022. En base a esto, se discuten los alcances de los instrumentos públicos de promoción de la Industria 4.0 y su impacto a nivel de pymes de la provincia.

El resto de este artículo está organizado de la siguiente manera. La relación entre pyme y I40 se presenta en la sección 2. Las barreras a I40 en la sección 3. En la sección 4 se presentan políticas e incentivos a I40, luego en la sección 5 se analizan los resultados hallados en industrias pymes relevadas. A partir de lo anterior, en la sección 6, se plantea la discusión de los hallazgos y, en última instancia, se concluyen con otras sugerencias de trabajo en la sección 7.

2 Pymes e industria 4.0

Una pyme en Argentina es una empresa que realiza sus actividades en diferentes sectores: servicios, comercial, industrial, agropecuario, construcción o minero. Que factura entre treinta y ocho y siete mil millones de pesos anuales con una cantidad de empleados que va de doce a seiscientos cincuenta empleados¹. Esto hace que la homogeneidad interior del sector pyme sea relevante, habiendo diversidad de realidades. Sin embargo, se observan claros contrastes entre el sector pyme y el sector de grandes empresas que afectan la implementación de I40 por parte de las empresas pequeñas y medianas empresas. Las pymes tienen claras diferencias con las grandes empresas en cuanto a su funcionamiento y escala que condicionan la aplicación de las nuevas tecnologías disponibles en el mercado (Müller y Voigt, 2017; Mittal et al., 2018; Majstorovic et al., 2021). A continuación, en la Tabla 1 se resumen las diferencias esperadas de acuerdo al tamaño:

¹ Que es una pyme: <https://www.argentina.gob.ar/produccion/registrar-una-pyme/que-es-una-pyme#1>

Tabla 1: Diferencias entre pymes y grandes empresas.

Dimensiones	Pymes	Gran Empresa
Escala de producción	Baja	Alta
Facturación	Baja	Alta
Capacidad de endeudamiento	Pequeña	Alta
Disponibilidad de RR.HH. in house con competencias tecnológicas	Baja	Alta
Redes o entramado con organismos de Cyt y proveedores de soluciones tecnológicas.	Bajo	Elevado
Investigación y desarrollo	Bajo/nulo	Presente/Elevado
Presencia de software de avanzado de gestión	Bajo/nulo	Presente/Elevado
Líneas de producción	Equipamiento heterogéneo	Homogéneo de acuerdo al momento de armado de la línea

Fuente: elaboración propia en base a: Müller y Voigt, 2017; Mittal et al., 2018; Majstorovic et al., 2021.

Estas diferencias entre los tamaños de empresas generan asimetrías y barreras que son difíciles de superar para las pymes. Lo que lleva a que la presencia de sistemas ciber físicos desarrollados sea menor y en algunos casos nulo, presentando baja compatibilidad y coordinación entre hardware y software que acarrea problemas al momento de competir en el mercado.

3 Barreras a 4.0

De los antecedentes bibliográficos referentes a la temática de obstáculos para la automatización y digitalización de empresas (Norden, 2015; Kamble, Gunasekaran y Sharma, 2018; Müller, 2019; Mogos et al., 2019; Rauch, Dallasega y Unterhofer, 2019; Motta, Morero y Ascúa, 2019) los principales son:

- a) Elevado costo de inversión y riesgo financiero relacionado, la disponibilidad de fondos y el costo del equipamiento. Hace largos los retornos y hay dificultades para acceder a crédito para financiar proyectos.
- b) Problemas de integración y compatibilidad de nuevos equipos y sistemas, las pymes trabajan con equipos de diversas generaciones por lo cual la integración de los mismos entre sí y con nuevos es compleja.

c) Faltas de estándares consolidados y arquitecturas comunes, que aseguren la compatibilidad entre los nuevos equipos, los estándares de comunicación son diferentes de acuerdo al fabricante siendo una barrera para la automatización.

d) Falta de interés y comprensión sobre los beneficios de la digitalización en las empresas, la gerencia no comprende la importancia de la I40 para su negocio y prefiere destinar los fondos de inversión disponibles a otras partes del negocio.

e) Baja formación de los empleados, en las competencias para el uso y mantenimiento de tecnologías 4.0, las pymes no cuentan en lo común con personal especializado en ramas tecnológicas lo cual dificulta búsqueda y asimilación de tecnologías disponibles.

f) Escala de equipos y demanda, la incertidumbre de la demanda sumada a la escala elevada de los equipos automáticos crea un obstáculo a la automatización.

g) Limitaciones de infraestructura de conectividad, existen regiones que no se encuentran conectadas o donde las conexiones son de calidad insuficiente para soportar I40.

h) Baja sofisticación de la demanda y la propia naturaleza de la actividad productiva de la empresa.

A fin de subsanar este conjunto de barreras a la implementación de I40 los estados crean una serie de políticas e instrumentos que fomentan su implementación.

4 Incentivos a 4.0

Por la importancia de I40 como el nuevo paradigma de producción a nivel global, distintos gobiernos han tomado diferentes políticas de apoyo y promoción (drivers) con el fin de facilitar la adopción por parte del entramado industrial de las regiones. Estos apoyos pueden ser divididos en cuatro grandes ramas a) Difusión de I40, acciones destinadas a la puesta en conocimiento y sensibilización por parte de los actores involucrados; b) Marco institucional y políticas, marco normativo y planes para la aplicación de incentivos hacia I40; c) Apoyo financiero, diferentes modelos de fondos para implementación; d) Asesoramiento, para la industria I40 (Teknikföretagen, 2013; Norden, 2015; Larosse, 2017; Mattauch, 2017; MINCOTUR, 2020).

Tabla 2: Facilitadores de la Industria 4.0.

Difusión de I40	Marco institucional y políticas
<p>Informes. Congresos y jornadas. Desayunos y meetings. Ferias. Plataformas web relacionadas. Charlas casos de éxito. Exposiciones sobre nuevas tecnologías para sectores. Fomento de redes de actores. Webinars. Premios.</p>	<p>Políticas nacionales. Políticas regionales. Políticas sectoriales. Políticas de cooperación estado empresa. Políticas de cooperación empresa – empresa. Planes anuales y plurianuales de desarrollo.</p>
Apoyo financiero	Asesoramiento
<p>Apoyo económico a redes de empresas. Subvenciones para I+D. Subvenciones para transferencia tecnológica. Financiamiento de Asesoramiento. Financiamiento de Entrenamiento. Financiamiento de instalación y compra de bienes de capital. Financiamiento de desarrollo, compra e implementación de software relacionado. Financiamiento de centros de formación y laboratorios. Subvención de la contratación de personal de elevada calificación en tecnologías. Apoyos a la digitalización. Apoyos a la Innovación. Becas para formación de profesiones relacionadas. Financiamiento de Start up. Apoyo a infraestructura de soporte (comunicaciones)</p>	<p>Sistemas de autodiagnóstico. Diagnóstico de situación. Elaboración de Road maps. Entrenamiento de personal. Servicios de asesoramiento (ej.: impresión 3d) Realización de Benchmarking. Ciberseguridad. Formulación de proyectos. Búsqueda de tecnologías.</p>

Fuente: elaboración propia.

Si se compara los obstáculos con los objetivos de las incitativas de impulso o facilitación de la I40 por parte de los estados, regiones y actores se puede arribar a un cruce entre ambas de la siguiente forma (Tabla 3):

Tabla 3: Facilitador y obstáculo al que aplica.

Difusión de I40	Marco institucional y políticas
d) Falta de interés y comprensión sobre los beneficios de la digitalización en las empresas. e) Baja formación de los empleados, en las competencias para el uso y mantenimiento de tecnologías 4.0	Son el soporte normativo para los cuadrantes de difusión, apoyo financiero y asesoramiento.
Apoyo financiero	Asesoramiento
a) Elevado costo de inversión y riesgo financiero relacionado. b) Problemas de integración y compatibilidad de nuevos equipos y sistemas. g) Limitaciones de infraestructura de conectividad.	e) Baja formación de los empleados, en las competencias para el uso y mantenimiento de tecnologías 4.0.
No resuelto	
c) Faltas de estándar consolidado y arquitecturas comunes. f) Escala de equipos y demanda. h) Baja sofisticación de la demanda y la propia naturaleza de la actividad productiva de la empresa.	

Fuente: elaboración propia

Hay un solapamiento dentro de los facilitadores hacia los obstáculos. Un obstáculo puede ser en general abordado por más de un camino como puede ser el apoyo financiero y el asesoramiento, por su parte las políticas también suelen solaparse pudiendo una empresa acceder a políticas sectoriales y regionales no siendo estas excluyentes. Existen obstáculos no resueltos y que son de mayor nivel de complejidad para su solución, a los cuales debería prestarles especial atención. En el próximo apartado se presentarán los resultados obtenidos para la provincia de Entre Ríos en relación a los puntos anteriores.

5 Resultados de barreras y políticas

Los datos que se analizan son resultado de un proyecto de investigación² que tiene como objeto relevar el estado de implementación de tecnologías de industria 4.0 de las industrias de los parques industriales de la provincia de Entre Ríos. Se realizó un muestreo estratificado por conveniencia, a fin de representar el estado de avance de las empresas

² Proyecto: Análisis de la dinámica y trayectoria de Parques Industriales de Entre Ríos y el caso Rafaela. Capital humano, modos de innovación y atraktividad.

radicadas en parques industriales de la provincia en diferentes dimensiones entre las cuales se encontraba la dimensión industria 4.0.

Se realizó un análisis de datos primarios de firmas de los parques de Gualeguaychú, Concepción del Uruguay y Concordia de los cuales fueron relevadas 44 (cuarenta y cuatro) durante el segundo trimestre del año 2019. A partir de los mismos, se realiza un análisis descriptivo sobre las barreras relacionadas a la industria 4.0 a fin de lograr un primer estado de situación de la provincia en cuanto al próximo estadio industrial.

Se aplicó un formulario único con encuestador en forma presencial, en las firmas de mayor porte hubo instancias auto administradas y luego con un chequeo de la información por parte de un encuestador. En el módulo sobre Incorporación de Tecnologías 4.0 se evaluaron componentes como son: sistemas cyber físicos, análisis en tiempo real, virtualización, descentralización, IOT y robótica y además un conjunto de obstáculos a los mismos. Por otra parte, se utilizan como soporte para discusiones y conclusiones datos aportados por un proyecto³ en curso que tiene por objetivo crear un modelo de medición de madurez de I40 para firmas pymes nacionales.

La muestra está compuesta por empresas de una media de antigüedad de 31 años y con un promedio de setenta empleados, en cuanto al mercado la mayor parte de las firmas comercializa en el mercado nacional, aunque se dan casos que solo trabajan para el mercado provincial. El cuarenta y siete porcientos de las firmas exportan (Tablas: 4 y 5).

Tabla 4: Antigüedad y cantidad de empleados

	Media	Mínimo	Máximo
Antigüedad	31	3	72
Empleados	70	2	495

Fuente: elaboración propia en base a datos del relevamiento.

Tabla 5: Mercado destino de los productos y servicios

Destino	Frecuencia
Nacional	87,18%
Provincial	61,54%
Exporta	47,37%

Fuente: elaboración propia en base a datos del relevamiento.

³ Proyecto: Evaluación y diseño de modelos de madurez para industria 4.0 orientados a pymes.

A fin de situar al lector, se presentan los resultados de la implementación de I40 a nivel proceso productivo de las firmas relevadas. Siendo el de mayor implementación los Sistemas Cyber Físicos, seguido por el Análisis tiempo real y la Virtualización, y una baja implementación de otras dimensiones como Descentralización y Internet de las cosas (IoT) (Tabla 6).

Tabla 6: Estado de implementación de las empresas analizadas en industria 4.0

Dimensiones	Si	No
Sistemas Cyber Físicos	20,10%	79,90%
Análisis tiempo real (control)	17,00%	83,00%
Virtualización	12,90%	87,10%
Descentralización	2,30%	97,70%
Internet de las cosas (IoT)	2,30%	97,70%

Fuente: elaboración propia en base a datos del relevamiento.

Los obstáculos de mayor frecuencia fueron los relacionados a lo financiero (Dificultades de acceso al financiamiento, Período de retorno excesivo), recursos humanos (Escasez de personal calificado y Altos costos de capacitación) y demanda (Estructura del mercado y Reducido tamaño de mercado), finalmente Problemas con importaciones de insumos y equipamientos (Tabla 7).

Tabla 7: Obstáculos expresados por las empresas

Obstáculo percibido	Frecuencia
Dificultades de acceso al financiamiento	18,42%
Escasez de personal calificado	13,51%
Reducido tamaño de mercado	10,81%
Estructura del mercado	10,81%
Período de retorno excesivo	8,11%
Problemas con importaciones de insumos y equipamientos	8,11%
Altos costos de capacitación	5,41%

Fuente: elaboración propia en base a datos del relevamiento.

En Argentina existen múltiples instrumentos de apoyo a los tres ejes de instrumentos explicados con anterioridad (Tabla 2: Facilitadores de la Industria 4.0.) un listado de los mismos puede ser observado en la Tabla 8 a continuación:

Tabla 8: Políticas públicas hacia diferentes ejes de I40.

Difusión de I40	Marco institucional y políticas
Múltiples documentos, videos, talleres, jornadas y webinars impulsados sobre todo desde los ministerios, gobiernos provinciales y municipales, universidades públicas y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).	Son el soporte normativo para los cuadrantes de difusión, apoyo financiero y asesoramiento. Legislación Nacional y Provincial (Economía del Conocimiento)
Apoyo financiero	Asesoramiento
PAC Transformación Digital. Crédito para Despegue 4.0 FONDEP-BNA Créditos para Inversiones con capital de trabajo asociado para licenciarios de servicios de TIC. Créditos para Transformación 4.0. Proyectos 4.0 – Potenciar. Proyectos 4.0 - Producción colaborativa de Economía del conocimiento. Soluciones de Industria 4.0 - Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores. Innovación PAC – Emprendedores. Desarrollo y Promoción de la Economía del Conocimiento - Apoyo a la Inversión. Proyectos 4.0 – Soluciona. Catálogo de vinculación de Oferta y Demanda - Red de Asistencia Digital para Pymes. Nodos de la EDC - Apoyo a la Inversión. Proyectos 4.0 Co-desarrollo - Incentivar Conocimiento. Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) y FONSOFT (dentro de FONTAR). Unidades de Transformación Digital. Reintegros en capacitaciones de Transformación Digital.	Formación de capital humano en habilidades 4.0. Talleres de sensibilización sectoriales en Transformación Digital. Herramienta medición madurez digital. Implementación de soluciones digitales en la industria. Transformación digital y adopción de tecnologías 4.0 Desarrollo conjunto de soluciones tecnológicas y capacitación de RRHH. Seminario Transformación Digital. Capacitación 4.0 y Economía del Conocimiento para Municipios. Oficios 4.0. Capacitación 4.0. Incluir 4.0. Actualizar 4.0. Capacitación 4.0. Diplomatura 4.0 (varias ofertas) Registro de la Red de Asistencia Digital para Pymes Innovación tecnológica. Soluciones de Industria 4.0. Diagnóstico de Productividad 4.0. IND Ar 4.0. Articuladores tecnológicos. Maquinaria Agrícola 4.0 - INTI 4.0.

Fuente: elaboración propia en base a datos secundarios.

A continuación, se abordará la discusión sobre los resultados del trabajo en relación a su marco de referencia.

6 Discusión

El objetivo del trabajo es la identificación y análisis de los obstáculos o barreras a la implementación I40 y los instrumentos o políticas de apoyo que aportan los diferentes niveles del estado para su solución. De la Tabla 7 se determina que los cuatro obstáculos de mayor importancia a la implementación son: Dificultades de acceso al financiamiento, Escasez de personal calificado, Reducido tamaño de mercado y Estructura del mercado. Esto se reafirma en los casos relevados recientemente en el proyecto que se encuentra en desarrollo.

Comparando los resultados con mayor frecuencia de la Tabla 7 con la Tabla 3, que son políticas para la solución, se observa que los dos primeros se encuentran cubiertos por instrumentos de diferentes políticas para su solución. Por su parte, el reducido tamaño de mercado y la estructura del mercado no tienen instrumentos para mitigarlos. Y son cuestiones que necesitan por un lado de cambios en las estrategias de las firmas, y por otro lado cambios en la demanda, que son determinados por los sectores involucrados a fin de solucionarlos.

Retornado el acceso al financiamiento, existen múltiples políticas públicas y algunas de larga trayectoria (ver Tabla 8) destinadas a pymes para su financiamiento por lo cual surgen algunas preguntas ¿Por qué las pymes no acceden a las mismas? ¿Tienen problemas para calificar? ¿Los alcances de los instrumentos no son acorde a sus problemas?; dado que existen múltiples apoyos con diferentes objetivos.

La escasez de personal calificado tiene apoyo por parte de los instrumentos, pero es de carácter reciente (podríamos establecer el punto de partida en el año 2019) a partir de ahí comienza un esfuerzo por lanzar planes de formación cortos para actualizar a personas en busca de empleo y personal en actividad en temáticas de I40. Pero pensando que, si bien el sistema educativo público y privado tiene un amplio espectro de carreras relacionadas a las tecnologías incluidas en I40, las mismas son de baja matrícula en Argentina dado que la mayoría están incluidas dentro de la rama de ingeniería y ciencias exactas. Por otro lado, a veces no alcanzan a tener la velocidad de cambio en las propuestas curriculares que exige la demanda en cuanto a la temática y tecnologías que se enseñan en las mismas.

Este problema de agilidad no solo respecta a los temas si no a la generación de graduados dado que existe una demanda insatisfecha y el sistema no logra acortar la brecha empujada por una demanda que se incrementa año a año. Un claro ejemplo de este fenómeno son

los empleados de empresas de software que a pesar de los esfuerzos del sistema educativo siguen siendo insuficientes y sus cálculos de proyección son claramente deficitarios.

7 Conclusiones

De los resultados y su discusión se destaca la existencia de múltiples obstáculos a la implementación 140 los cuales son cubiertos en gran cantidad de casos por políticas acordadas, pero de baja participación por el sector empresarial. Existen problemas que trascienden a las empresas y al Estado como las características de los productos, las escalas de producción de las nuevas tecnologías y las estructuras de los mercados en las cuales participan las empresas.

Por otra parte, la oferta de recursos humanos calificados resulta escasa y de elevado costo por su cuantía. La oferta educativa existe, pero no es la más seleccionada por los estudiantes y necesita ser más dinámica para seguir al mercado.

En tal sentido, impulsar capacidades estratégicas y de articulación de instrumentos de políticas a escala regional es un punto fundamental para considerar en regiones con dinámicas de débil clusterización entre firmas e instituciones. Por otra parte, la diversidad, superposición y desarticulación de instrumentos generados por organismos nacionales requieren ser contextualizados en las trayectorias de desarrollo territorial de cada provincia. Estrategias de desarrollo provinciales no sólo dinamizadoras de un mix desarticulado de instrumentos que apuntan a resolver problemas específicos de actores individuales sino integradas a políticas territoriales holísticas orientadas a la economía del conocimiento.

Tal como lo evidencia este estudio y la literatura internacional sobre políticas tecnológicas estas requieren de procesos de aprendizaje y experimentación en dinámicas territoriales – regionales. De esta forma se generan procesos de anticipación a demandas futuras, optimización de recursos y construcción de capacidades, como así también aprendizajes orientados a mejorar desempeños futuros.

Este estudio tiene limitaciones de escala que hacen que no se pueda inferir hacia la población de empresas ni hacia el total de instrumentos disponibles. Pero da una idea de que existe necesidad de revisión de las modalidades de aplicación de instrumentos a fin de que más empresas apliquen y resuelvan sus dificultades.

Por otro lado, sería importante en futuras líneas de investigación continuar con la profundización de los principales obstáculos y examinar qué problemas ocurren al momento en que las firmas se presentan a los instrumentos públicos de apoyo y por qué no acceden a los mismos.

8 Bibliografía

Berger, Roland (2016). España 4.0: El reto de la transformación digital de la economía. Madrid: Siemens.

Casalet, M. (2018). “La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza colaborativa. Estudios de casos”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2018/95), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Wamba, S. F., Roubaud, D., & Foropon, C. (2019). Empirical investigation of data analytics capability and organizational flexibility as complements to supply chain resilience. *International Journal of Production Research*.

Fragapane, G., Ivanov, D., Peron, M. et al. (2020). Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics. *Ann Oper Res*.

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., and Sharma, R. (2018). Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry. *Computers in Industry*, 101, 107-119.

Kusiak, A., 2018. Smart manufacturing. *Int. J. Prod. Res.* 56 (1–2), 508–517.

Larosse, Jan (2017). Analysis Of National Initiatives On Digitising European Industry. France: Alliance Industrie Du Futur.

Majstorovic, Vidosav; Goran Jankovic, Srdjan Zivkov, Slavenko Stojadinovic. (2021). Digital Manufacturing in SMEs based on the context of the Industry 4.0 framework – one approach, *Procedia Manufacturing*, Volume 54, Pages 52-57, ISSN 2351-9789.

Mattauch, Walter (2017). Digitising European Industries - Member States Profile: Germany.

MINCOTUR (2020). Estrategias para el fomento de la Industria 4.0 en ESPAÑA. Ministerio de Industria comercio y turismo de España.

Mittal, S., Khan, M.A., Romero, D., & Wuest, T. (2018). A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of Manufacturing Systems*, 49, 194-214.

Mogos, Maria Flavia; Eleftheriadis, Ragnhild J. y Myklebust, Odd (2019). Enablers and inhibitors of Industry 4.0: results from a survey of industrial companies in Norway, *Procedia CIRP*, Volume 81, Pages 624-629, ISSN 2212-8271.

Motta, J., Morero, H. y Ascúa, R. (2019). *Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina*. Editorial: CEPAL.

Müller JM y Voigt KI. (2017). Industry 4.0-Integration strategies for small and medium-sized enterprises. *International Association for Management of Technology (IAMOT)* pp. 1–15.

Müller, J. M. (2019) Assessing the barriers to Industry 4.0 implementation from a workers' perspective, *IFAC-PapersOnLine*, Volume 52, Issue 13, pp. 2189-2194, ISSN 2405-8963.

Norden (2015). *Digitalisation and automation in the Nordic manufacturing sector – Status, potentials and barriers* Nordic Council Of Ministers.

Rauch, E, P. Dallasega and M. Unterhofer, (2019). Requirements and Barriers for Introducing Smart Manufacturing in Small and Medium-Sized Enterprises. In *IEEE Engineering Management Review*, vol. 47, no. 3, pp. 87-94, 1 thirdquarter, Sept.

Salunkhe and Å. Fast-Berglund, "Increasing operational flexibility using Industry 4.0 enabling technologies in final assembly," 2020 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICE/ITMC49519.2020.9198630.

Teknikföretagen (2013). *Made in Sweden 2030. Strategic Agenda for Innovation in Production*. Association of Swedish Engineering Industries (Teknikföretagen)

Yin, Y., Stecke, K.E., Li, D., 2018. The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *Int. J. Prod. Res.* 56 (1–2), 848–861.

9 Agradecimientos



Los autores de este trabajo desean agradecer a Almendra González y Francisco Avisto en su colaboración para realización de este trabajo. También agradecen los comentarios y recomendaciones de los evaluadores de las jornadas en las versiones iniciales del artículo.