

M A Y O 2 0 1 9

TRAVESÍA 4.0:

HACIA LA TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL ARGENTINA

▶ **Ramiro Albrieu, Ana Inés Basco, Caterina Brest López, Belisario de Azevedo, Fernando Peirano, Martín Rapetti y Gabriel Vienni**

CONTENIDOS

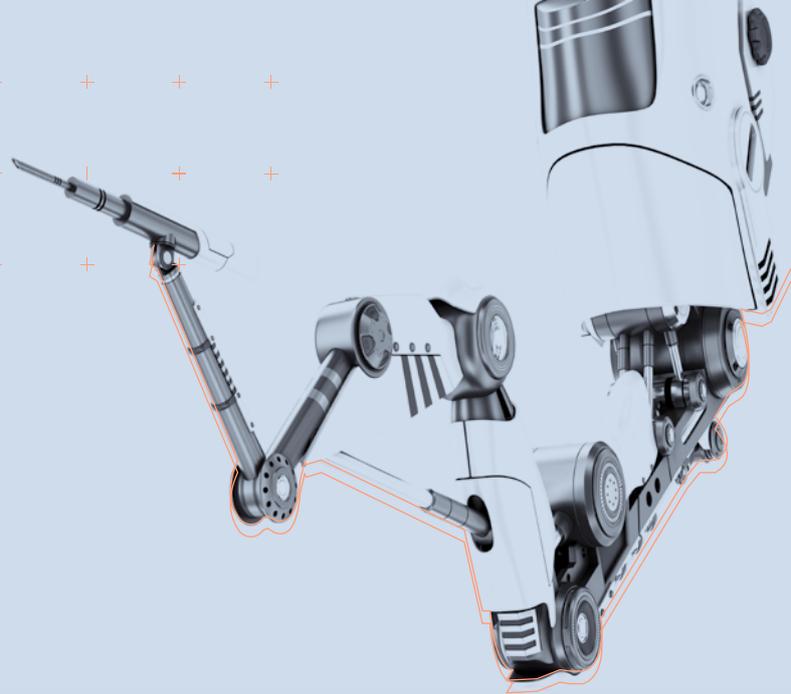
TRAVESÍA 4.0 HACIA LA TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL ARGENTINA

Ramiro Albrieu,
Ana Inés Basco,
Caterina Brest López,
Belisario De Azevedo,
Fernando Peirano,
Martín Rapetti,
Gabriel Vienni.

Dirección editorial/ Fabrizio Operti y Pablo Marcelo García.

Colaboradores/ Soledad Codoni, Laura Rombolá y Andrea Benítez del BID- INTAL; Patricio Larroulet de CIPPEC y Tomás Canosa y Diego Coatz de la UIA.

Diseño / Andrea Pellegrino.



1

LA TRAVESÍA RESUMIDA / 4

2

FOTOGRAFÍA PANORÁMICA:

Los principales hallazgos de esta investigación / 7

3

ALERTA DE AVALANCHA:

Motivación para realizar esta investigación / 12

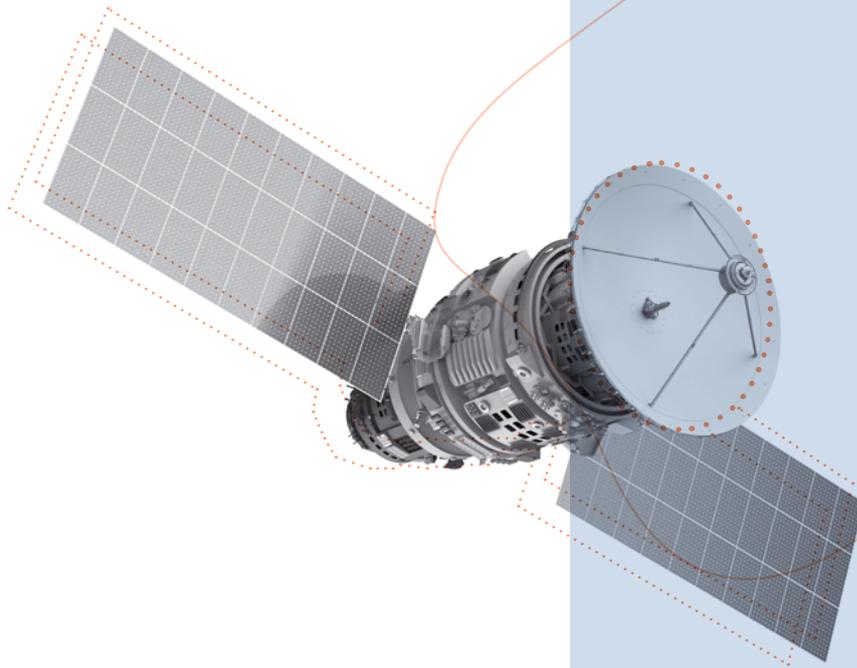
4

GEOGRAFÍA Y COORDENADAS:

La estrategia de investigación / 20

4.1 Estructura de la encuesta / 21

4.2 Características centrales de la muestra / 24



5

TRAVESÍA 4.0:

Los resultados de la investigación / 27

5.1 Hacer base en la cima: la escalada tecnológica de la industria / 27

Estado de preparación para la escalada / 27

Montañistas en Argentina y Brasil, ¿con vértigo? / 32

Tres grupos de montañistas en Argentina: cóncores, alpinistas y *trekkers* / 36

Otros aspectos asociados al estado de los montañista / 45

5.2 Habilidades y empleos para el ascenso / 46

Habilidades blandas: escalando / 46

Habilidades repetitivas: descendiendo / 48

Habilidades 4.0: aún al pie de la montaña / 50

Empleo: escalando en contenido cognitivo y relacional / 55

¿Montañistas 4.0 = Más empleo? / 59

Algunos factores determinantes de una travesía tecnológica inclusiva / 62

6

PROPUESTAS PARA EL ASCENSO:

Palancas y poleas en el sector público y en el sector privado / 66

7

REFERENCIAS / 72

Anexo I: Figuras adopción tecnológica / 74

Anexo II: Figuras habilidades / 77

Anexo III: Figuras habilidades vinculadas a tecnologías 4.0 / 80

Anexo IV: Encuesta / 85

Anexo V: Glosario de la encuesta / 100

Anexo VI: Metodología para el agrupamiento de las firmas / 105

1

LA TRAVESÍA RESUMIDA

La transformación tecnológica en curso revoluciona los modelos tradicionales de producción, comercio e integración de América Latina y El Caribe; modificando la configuración y la dinámica del trabajo.

Motivados por este proceso, **nuestro trabajo indaga, a través de una encuesta a empresas de seis ramas de la industria manufacturera argentina, sobre: i) el grado de penetración actual y esperado de las nuevas tecnologías y (ii) el impacto actual y esperado sobre la demanda de trabajo en las firmas del sector.**

La encuesta alcanzó a 307 firmas pertenecientes a seis ramas industriales: 1) Alimentos procesados, 2) Siderurgia y Metalmecánica, 3) Vehículos livianos y Piezas y accesorios, 4) Textil, 5) Maquinaria agrícola y 6) Biofarma. El diseño de la encuesta, la selección de los sectores y el marco conceptual que contiene las categorías que definen los distintos estados de adopción tecnológica siguen los lineamientos del proyecto “Industria 2027” de Brasil, impulsado por la Confederación Nacional de Industrias y que contó con el apoyo técnico de la UFRJ y la UNICAMP (CNI, 2018)*.

Los resultados muestran que, en términos de adopción tecnológica, la travesía hacia la Industria 4.0 en Argentina –al igual que en Brasil– recién comienza. Dentro de esta caracterización general, existen heterogeneidades significativas al interior de la industria. **Nuestro trabajo identifica a tres grupos de empresas: 1) un pequeño conjunto (6% de la muestra) que, pese a no ser enteramente 4.0, se encuentra próximo a la cima tecnológica, que llamaremos los Cóndores; 2) un grupo, que incluye al 45% de la muestra, que se caracteriza**



* Los autores agradecen la colaboración de João Ferraz y el equipo de la Universidad Federal de Rio de Janeiro.



por emplear tecnologías de desarrollo medio y ser activo para cerrar las brechas que lo separan de la frontera tecnológica, que identificaremos como *Alpinistas*; y 3) otro grupo que abarca a cerca de la mitad de las empresas, las cuales usan tecnologías de primera y segunda generación y parecen inactivas frente al cambio tecnológico, a quienes denominaremos *Trekkers*.

El análisis comparativo de las encuestas en Argentina y Brasil arroja, a su vez, tres mensajes importantes. El primero es que las tecnologías 4.0 son aún de uso marginal en ambos países. El segundo es que existe un porcentaje importante de firmas empleando tecnologías de primera y segunda generación en los dos países. El tercero es que en ambos países la mayoría de las empresas no ha tomado aún acciones específicas para cerrar la brecha. La buena noticia es que Argentina y Brasil tienen 2 de los 3 entramados industriales más profundos de América Latina. Por lo tanto, cuentan con los activos necesarios para poder completar esta travesía, que debe ser vista como una buena oportunidad para revitalizar el sector productivo de ambos países.

Con respecto a la demanda de habilidades, la escasa importancia otorgada a habilidades vinculadas con inteligencia artificial, impresión 3D, computación en la nube, sensores inteligentes, internet de las cosas y realidad aumentada en la contratación de personal en los últimos años se condice con una industria en la que la mayoría de empresas aún no ha iniciado una transformación hacia sistemas ciber-físicos y modelos de negocios basados en analítica de datos. De todas maneras, las empresas argentinas esperan un pronunciado salto en su demanda de habilidades asociadas a estas transformaciones en los próximos cinco años.

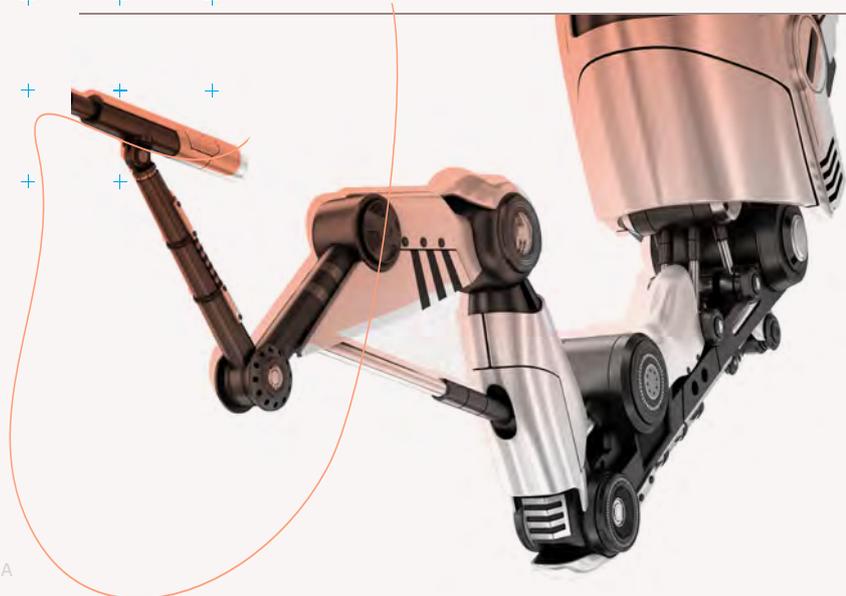
Más allá de estas consideraciones, **la demanda de habilidades también refleja un patrón compatible con encuestas del resto del mundo y con la literatura reciente sobre los traba-**

jos del futuro: un elevado porcentaje de empresas que prioriza las habilidades blandas y relacionales, por encima incluso de habilidades tecnológicas y técnicas. En un contexto de cambio acelerado, los conocimientos teóricos y técnicos pierden relevancia ante habilidades interpersonales, creativas y de solución de problemas complejos, que no solo son más difíciles de automatizar, sino que son determinantes para que los trabajadores logren adaptarse exitosamente a las cambiantes exigencias laborales.

Por otro lado, **las empresas encuestadas reflejan un proceso de automatización con impacto balanceado sobre el empleo en los últimos cinco años.** Las empresas tecnológicamente más avanzadas (Córdores), en su gran mayoría, han aumentado su dotación de personal como consecuencia de este proceso. En cambio, entre las empresas menos avanzadas y poco dinámicas (*Trekkers*), son más las que han reducido personal que las que lo han aumentado. A su vez, **aunque las expectativas a futuro de las empresas respecto al impacto de la automatización sobre el empleo son más bien pesimistas, se destaca un impacto neutro o incluso positivo en tareas con elevado contenido cognitivo y donde las habilidades relacionales son más importantes.**

En suma, los resultados de nuestro trabajo sugieren que la industria argentina es consciente de la magnitud de los desafíos -casi la mitad de las empresas proyectan un salto tecnológico importante en los próximos 10 años-, y que, para aprovechar los beneficios de la transformación tecnológica, se deberá hacer un esfuerzo para acelerar el ritmo de cambio tecnológico y lograr un proceso inclusivo de transformación.

Este camino de transformación no solo implica un cambio al interior de las firmas, sino -tal vez más importante- un agresivo esfuerzo de política pública que resuelva los obstáculos que hoy encuentran las firmas para adoptar tecnologías, y que apunte la generación de competencias laborales en línea con el cambio tecnológico en curso. Sin embargo, el conjunto de políticas elegido no puede ser uniforme dadas las fuertes heterogeneidades que -como aquí se muestra- tiene el tejido industrial argentino.



2

FOTOGRAFÍA PANORÁMICA: LOS PRINCIPALES HALLAZGOS DE ESTA INVESTIGACIÓN

1. La industria argentina: montañistas comenzando a mirar hacia la nueva “cima tecnológica”. Por el momento, la mayor parte de las empresas encuestadas operan con sistemas tecnológicos propios del estado del arte de sus industrias. Aún es incipiente la conformación de un sistema productivo con tecnologías enteramente 4.0: menos del 10% de las firmas industriales posee tecnologías de última generación en alguna área funcional. Sin embargo, se percibe una expectativa de cambio rápido para los próximos años. Casi la mitad de las firmas indica que en los próximos 10 años aumentará notablemente el uso de tecnologías 4.0, aunque 6 de cada 10 reconoce no estar tomando ninguna acción para lograrlo.

2. Montañistas en Argentina y Brasil, ¿con vértigo? Un análisis comparativo de la industria en Argentina y Brasil indica que ambos países están, en promedio, alejados de la frontera tecnológica. En ambos países, las firmas afirman mayoritariamente que en la próxima década cerrarán buena parte de la brecha tecnológica, aunque muchas de ellas no están tomando todavía acciones para concretar esa ambición.

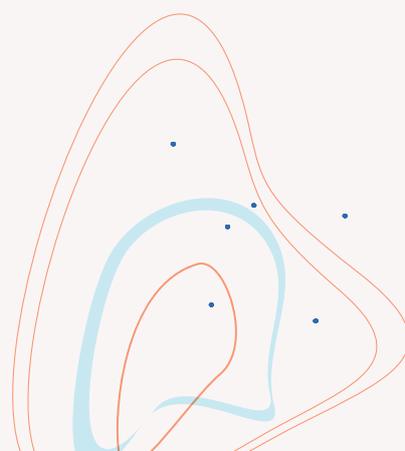
3. Radiografía de los montañistas en Argentina: ¿Cóndores, Alpinistas o Trekkers? Medida por su nivel tecnológico y su dinamismo, la industria argentina presenta una estructura piramidal o de montaña que da cuenta de la existencia de tres grupos. Los *Trekkers*, casi la mitad de las firmas, conforman un grupo que se caracteriza por poseer tecnologías de primera y segunda generación y por no estar llevando a cabo acciones para realizar el ascenso. En el polo opuesto, están los *Cóndores*: un pequeño segmento -6%- de firmas con tecnologías avanzadas y que en su mayoría está tomando acciones para acercarse a la cima 4.0. El ecosistema industrial cierra con el grupo de los *Alpinistas* -45% de las firmas- que poseen tecnologías intermedias y que se muestran dinámicos para escalar a la cima.



4. Tamaño e inversiones, elementos que caracterizan el tipo de escaladores. El nivel de avance tecnológico está vinculado con el tamaño de la empresa: el 85% de las empresas más rezagadas son micro y pequeñas empresas, mientras que apenas un tercio de las más avanzadas tecnológicamente son pequeñas. Las empresas que están más cerca de la cima son además las que más invierten en mejorar sus tecnologías, principalmente a través de investigación y desarrollo y de otras actividades como la inversión en capital fijo y la contratación de empresas especializadas en tecnologías digitales.

5. Empresas exportadoras, más cerca de llegar a la cima. Existe una correlación entre la capacidad de exportar y el estado tecnológico de las firmas. El 61% de las firmas que pertenecen al grupo de los Cóndores -los más aventajados tecnológicamente- son exportadoras. La preponderancia de las firmas exportadoras va declinando con los grupos de menor absorción tecnológica: 45% de las firmas del grupo intermedio (los Alpinistas) y 23% del menos avanzado tecnológicamente (los *Trekkers*) son exportadoras. Son las exportadoras también las que le dan más importancia a las habilidades asociadas a CTIM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas): 60% de las firmas exportadoras espera que las habilidades CTIM sean muy importantes en cinco años, contra solo 37% de las que no exportan. Asimismo, consideran más importante el conocimiento de nuevas tecnologías para las contrataciones de personal, en comparación con el resto. También tienen expectativas significativamente menos negativas en cuanto a la reducción de personal como consecuencia de la automatización en los próximos cinco años.

6. Obstáculos para las empresas argentinas: qué factores afectan su rendimiento y cuáles son los climas adversos. La falta de acceso al financiamiento es el principal problema para el progreso tecnológico de las firmas argentinas. Sin embargo, en el caso de las empresas más avanzadas tecnológicamente, los factores estrictamente externos a la firma —como la inadecuada infraestructura digital y los marcos regulatorios—, los cuales no pueden ser subsanados por acciones privadas, figuran como las principales barreras para el desarrollo de las empresas. En un polo opuesto, para las empresas menos avanzadas, los obstáculos de carácter interno a la firma, como la cultura de la empresa y el desconocimiento de la tecnología, cobran mayor relevancia.





7. Habilidades blandas: escalando. La capacidad para trabajar en equipo, la comunicación, y la flexibilidad, entre otras— son las más priorizadas por las empresas: para el 93% han sido muy o algo importantes en los últimos años. Las empresas más avanzadas tecnológicamente son las que más relevancia otorgan a este tipo de habilidades, así como también a las habilidades de interacción personas-computadoras. Por su parte, aunque las habilidades asociadas a CTIM han resultado relativamente poco relevantes en los últimos años —menos de la mitad las consideró “muy importantes” o “algo importantes”—, su importancia relativa aumenta a medida que se acelera el ritmo de adopción tecnológica: a 5 años, son las habilidades que registran el mayor incremento respecto a la demanda de los últimos dos. A su vez, las habilidades CTIM parecen ser un factor relevante en la adopción de nuevas tecnologías: más de 50% de las firmas más dinámicas en la adopción de tecnologías (Cóndores y Alpinistas) le dan mucha importancia, mientras que solo 33% de las empresas menos dinámicas (*Trekkers*) lo hacen.

8. Preparando las habilidades para la travesía. La demanda de habilidades vinculadas con la industria 4.0 en la contratación de personal ha sido escasa en los últimos años. Para los próximos cinco años, en cambio, las empresas esperan un pronunciado salto en su demanda de dichas habilidades, especialmente en tecnologías como big data, robótica avanzada, internet de las cosas y sensores inteligentes. Se destaca en este sentido la necesidad de políticas orientadas a la readaptación de habilidades de los trabajadores presentes y futuros para aprovechar la irrupción de estas nuevas tecnologías.

9. ¿Montañistas 4.0 = Más empleo? En los últimos cinco años, las empresas encuestadas reflejan un proceso de automatización con impacto balanceado sobre el empleo. De hecho, son relativamente pocas las empresas que han reducido su dotación de personal como consecuencia de la automatización (19%), en comparación con aquellas que la han aumentado (22%). Las empresas tecnológicamente más avanzadas (Cóndores) son las que más han aumentado su dotación de personal como consecuencia de este proceso: 62% afirma esto, contra solo 6% que refleja una reducción. En cambio, entre las empresas menos avanzadas y poco dinámicas (*Trekkers*), son más las que han reducido personal que las que lo han aumentado.

10. Empleo cognitivo y relacional para un ascenso exitoso. En el último quinquenio, la incorporación de tecnologías ha tenido un impacto relativamente más negativo sobre el empleo en aquellas tareas más bien repetitivas y con bajo contenido cognitivo, relacionadas con gestión de stock, logística, distribución, relación con proveedores y mantenimiento de equipos. Y aunque las expectativas respecto al impacto de la automatización sobre el empleo en el futuro cercano son más bien pesimistas, —particularmente en este tipo de tareas— se destaca un impacto neutro o incluso positivo de la automatización en tareas con elevado contenido cognitivo y donde las habilidades blandas son más importantes.

11. Factores determinantes de una escalada tecnológica inclusiva. Las empresas más jóvenes, las que venden principalmente por el canal B2B, las más avanzadas tecnológicamente, las que exportan y las que innovan tienen más chances de haber realizado una transición inclusiva hacia la automatización, con creación de empleo en los últimos cinco años. El tamaño de las firmas, en cambio, no parece incidir. Asimismo, las empresas que más se preparan e invierten en la transformación tecnológica, sea cual sea su sector, su tamaño, su antigüedad, su nivel tecnológico o su capacidad de innovación, tienen más chances de realizar una transición inclusiva hacia la automatización.

12. Planes de entrenamiento diferenciados para alcanzar la “cima tecnológica”. Los estímulos y los bienes públicos complementarios que requieren los tres grupos que se han identificado son diferentes. Es necesario trabajar en el diseño de políticas públicas diferenciadas. Frente a las empresas del grupo de Cóndores, estas medidas podrían enfocarse en la reducción del costo del capital, y en la mejora de la infraestructura de comunicaciones. Para las empresas del grupo Alpinistas, que se encuentran a mitad de camino, las políticas públicas deben enfocarse en generar estímulos a la inversión con facilidades para la sofisticación de la gestión. Será de relevancia, el desarrollo de nuevas regulaciones que limiten las posiciones dominantes y acoten la extracción de rentas originadas en las nuevas estructuras de mercados. Y tanto para estas como para las más avanzadas, las políticas deberían combinarse con esfuerzos a favor de un perfil más exportador. Para las empresas menos avanzadas del grupo *Trekkers*, las políticas públicas deben tener como eje una redefinición del modelo de

negocios y un incremento en las capacidades de gestión empresarial antes que una modernización de sus sistemas productivos o una renovación de sus productos. Se trata del desafío más complejo ya que son empresas rezagadas tanto en términos relativos como absolutos. La evolución de estas empresas posiblemente sea un proceso donde el puntapié inicial dependa más de la densidad de las acciones públicas que de la limitada iniciativa privada que puedan desplegar.



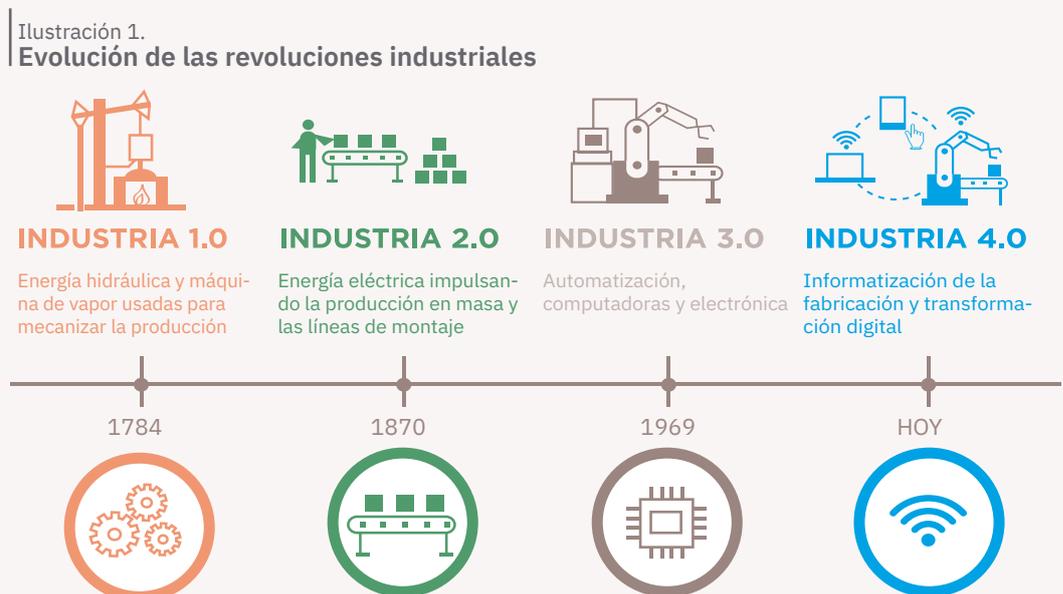
3

ALERTA DE AVALANCHA: MOTIVACIÓN PARA REALIZAR ESTA INVESTIGACIÓN

El mundo vive una transformación que tiene pocos antecedentes en la historia. Aprovechando los avances existentes en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), un conjunto de nuevas tecnologías (inteligencia artificial, internet de las cosas, análisis de big data, impresión 3D, sensores inteligentes, etc.) parece estar cambiando radicalmente la forma en que producimos, consumimos, comercializamos y, por supuesto, la manera en que trabajamos.

Si bien muchas de las tecnologías que hoy convergen ya existían, aunque a veces de forma embrionaria, la gran diferencia con respecto al pasado se basa en la forma en que se combinan para generar disrupciones significativas. Los efectos esperados son de tal magnitud que muchos hablan de una Cuarta Revolución Industrial (o 4RI), comparable a la aparición de la máquina de vapor a fines del siglo XVIII, a la irrupción de la electricidad a fines del siglo XIX y a la revolución de las TICs apenas unas décadas atrás.

El término “Industria 4.0” surge en Alemania a comienzos de la década de 2010, acuñado por un grupo multidisciplinario de especialistas convocados por el gobierno de este país para diseñar un programa de mejora de la productividad de la industria manufacturera. Así, el término “Industria 4.0” se convirtió en un eje central del Plan Estratégico de Alta Tecnología 2020 del gobierno alemán, y se instaló mundialmente como una de las referencias conceptuales de la Cuarta Revolución Industrial. Desde la irrupción del término “Industria 4.0”, las revoluciones anteriores fueron conceptualmente asociadas a estadios previos en la evolución del sector industrial, dando lugar a los conceptos de Industria 1.0, Industria 2.0 e Industria 3.0.

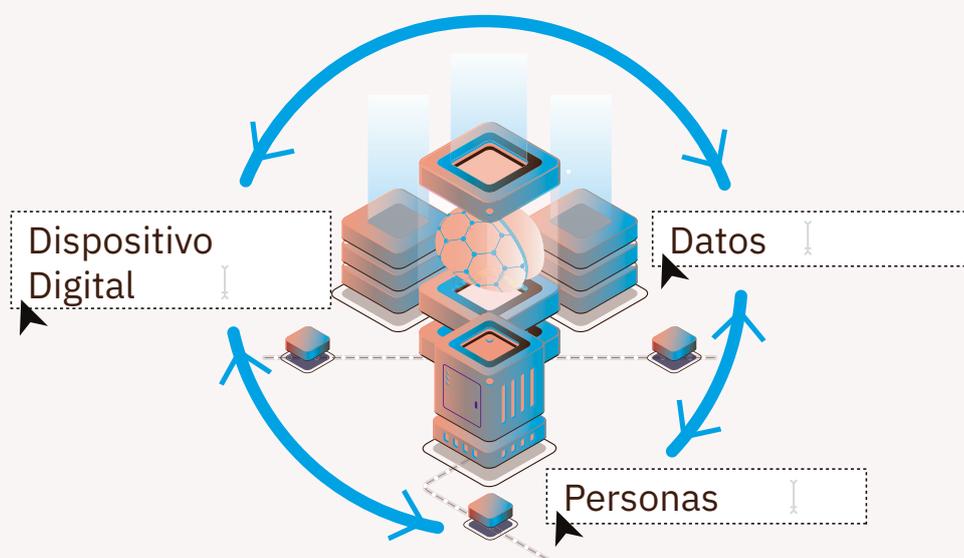


Fuente: Elaboración propia en base a Basco et al., 2018

En esta nueva revolución tecnológica los procesos productivos están mutando debido a la irrupción de la economía digital y su fusión con los mundos físicos y biológicos que ya conocemos. La primera se refiere a la proliferación de bienes que son nativos digitales, es decir, que están hechos de bits en vez de átomos. La economía digital va desde los procesos virtuales de intermediación a través de apps o plataformas -el e-commerce- hasta los contenidos que los usuarios suben a la web y comparten a través de internet. Lo segundo refiere a la aplicación de sensores de naturaleza digital a todo lo que no es nativo digital, desde una máquina en la empresa - lo que se asocia al internet industrial de las cosas o a los sistemas ciber-físicos- hasta a un ser vivo, dando lugar a la bioingeniería (Skilton y Hovsepian, 2018).

Si nos detenemos en la cuestión tecnológica vemos que en el centro de la 4RI está la inteligencia artificial (IA). ¿De qué trata la IA? Ciertamente, no de robots tomando el control. Como se observa en la Figura 1, es un sistema de tres pilares que está abaratando drásticamente las tareas de naturaleza predictiva (Taddy, 2018). El primer pilar es un conjunto de instrucciones para cumplir ciertas tareas de ordenamiento de los datos (priorización, clasificación, asociación, filtrado, etc.), lo que se conoce como “algoritmo” (Fry, 2018). Los algoritmos pueden ser basados enteramente en reglas pre-especificadas por las personas (los sistemas de expertos) o bien ser definidos en parte por las máquinas que utilizan datos para optimizar alguna función prefijada (lo que se conoce como *machine learning*). El segundo elemento -quizás el principal factor que explica el *timing* de la 4RI- es el set de datos: cuánto más y mejor sea el conjunto de datos, mejor es el desempeño del sistema de IA. Los datos requeridos son de tres tipos: como insumo para el funcionamiento del algoritmo, como entrenamiento para generar el algoritmo, y como *feedback* para que el algoritmo mejore su desempeño con la experiencia (Agrawal, Gans, y Goldfarb, 2018). Y el tercer elemento, la estructura de dominio, es decir el detalle de la totalidad de las tareas del proceso productivo, el conjunto de preguntas que se quieren contestar y los criterios de evaluación de los resultados, todos los cuales son realizados por personas.

Ilustración 2.
Componentes de los sistemas de Inteligencia Artificial



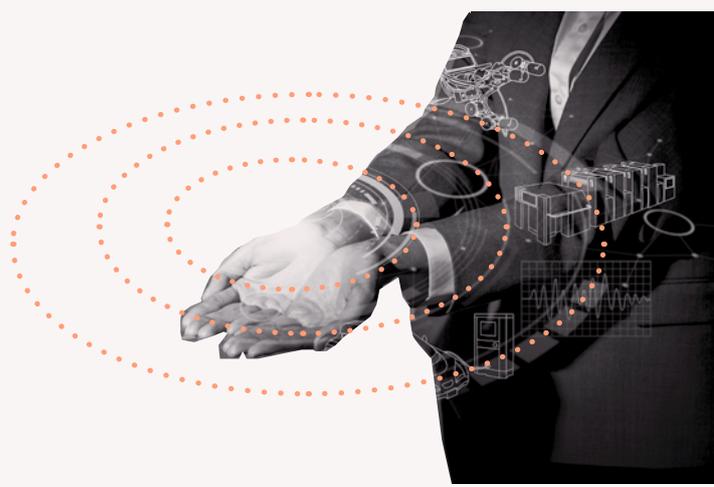
Fuente: Elaboración propia en base a Taddy (2018).



Las empresas que deseen absorber las tecnologías de la 4RI deben replantear su modelo de negocios de diversas maneras, pero todas con un sentido común: la explotación de los datos asociados a las actividades del proceso productivo en sentido amplio, dentro de la empresa y en las relaciones con sus proveedores y clientes.

Si bien la necesidad de contar con este tipo de datos existe desde hace décadas, hasta hace poco se circunscribía al registro de los ingresos y los gastos (Srnicek, 2017). A partir de la 4RI y de la irrupción de la IA, hoy sabemos que buena parte de la información sobre lo que hace la empresa se pierde. Maximizar los beneficios de la 4RI requiere que la totalidad del proceso productivo deje de ser una caja negra y se convierta en cambio en datos o huellas digitales que puedan ser utilizados en los sistemas de IA. Datos sobre lo que ocurre en las distintas áreas funcionales dentro de la firma, pero también datos sobre el recorrido de los insumos utilizados y de los productos una vez fabricados.

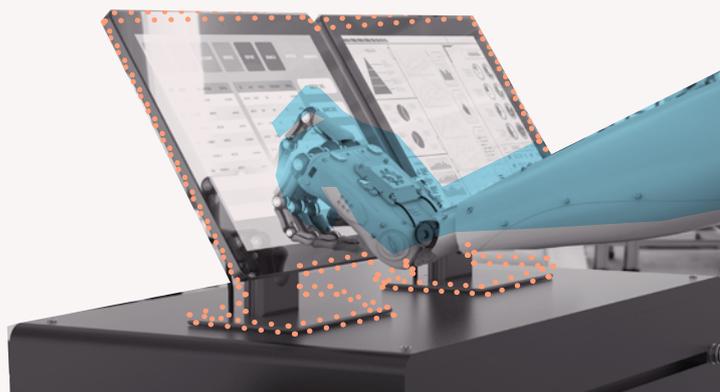
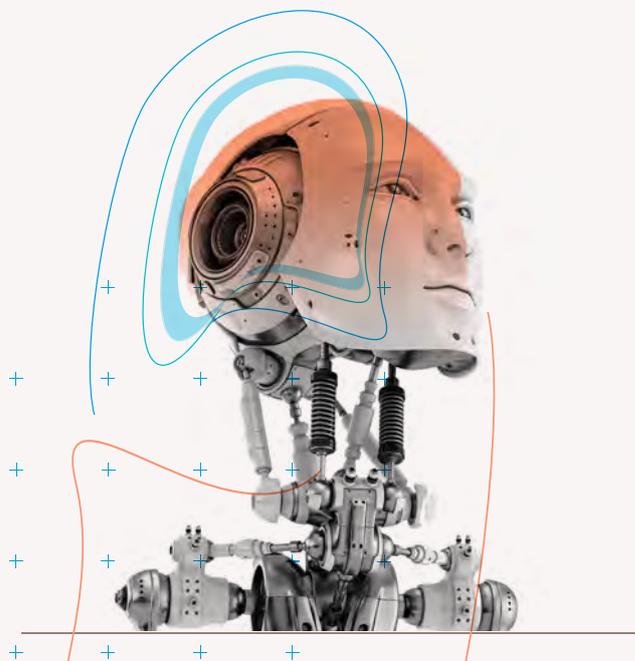
Una de las formas en la cual la empresa logra convertir cada una de sus actividades en datos útiles a la toma de decisiones es a través del uso de sensores instalados en las máquinas, insumos y productos y que se conectan entre sí (la internet industrial de las cosas que mencionamos más arriba) de manera de crear una red de información sobre el recorrido de los insumos, lo que ocurre dentro de la empresa y el recorrido de los productos. Estos sensores son de naturaleza variada: geolocalización, lectores de códigos de barras, termómetros, barómetros, medidores de humedad, sensores de vibración, sensores de presión, giroscopios, magnetómetros, cámaras, monitores de audio y video, acelerómetros, sensores de movimiento, etc. (Greengard, 2015). Cada uno de estos dispositivos o máquinas tiene un número único de identificación (UID por sus siglas en inglés) y una dirección de Protocolo de Internet (IP). Estos objetos se conectan entre sí a través de cables o tecnología inalámbrica —incluidos satélites y celulares, vinculaciones resueltas partir de Wi-Fi o Bluetooth o por medio de la popularización de redes de largo alcance y muy bajo consumo como LoRa o Sigfox— y permiten tener una visión comprehensiva y unificada del proceso productivo. Esto permite a las empresas descentralizar la toma de decisiones, y pasar de modelos preventivos a modelos predictivos que pueden aplicarse en todas las áreas de la organización: en la cadena de suministros (ajustando los tiempos en la provisión de insumos y minimizando la necesidad de inventarios); en los sistemas de detección de fallas de los equipos (eliminando las paradas preventivas y anticipando desperfectos); y en el sistema de logística (anticipando el requerimiento de insumos y productos terminados, eficientizando su distribución y entrega) (Basco et al., 2018).





Tres rasgos de este cambio estructural permiten entender la magnitud de los desafíos hacia delante para las empresas argentinas. Primero, el ritmo del cambio parece más rápido que en las revoluciones tecnológicas previas. Segundo, la revolución está recién comenzando: muchas de estas tecnologías eran poco conocidas apenas una década atrás, y lo siguen siendo hoy para muchas empresas (Winblad, 2017). Tercero, este conjunto de tecnologías es de propósito general (GPT por sus siglas en inglés), es decir, son ampliamente utilizadas, tienen muchos usos en sectores diversos y tienen fuertes efectos de *spillovers* hacia el resto de la economía (Bresnahan y Trajtenberg, 1995). Este último rasgo las hace clave para el desarrollo económico: se trata de tecnologías que promueven la innovación tanto en procesos como en productos. No se refiere únicamente a la automatización, sino a cambios en la forma de organización de la producción, en la división del trabajo a lo largo de la cadena de valor y en los dispositivos y sistemas técnicos utilizados como soporte de la producción, la administración y la comercialización. El emergente de estas transformaciones se expresa en un recambio de productos, materiales, procesos productivos y también servicios. **Se redibujan las fronteras entre los sectores y las diferencias entre agro, industria y servicios posiblemente tiendan a reducirse.** A su vez, actualmente los sistemas industriales se estructuran en tramas y relaciones regionales o globales, dándole una fuerte impronta internacional a los procesos de producción y consumo de manufacturas (Baldwin, 2016). El desafío, entonces, es transitar esta transformación basada en cambios sistémicos antes que individuales.





Dada su naturaleza incipiente, la velocidad del cambio y los múltiples usos posibles, es difícil estimar las consecuencias concretas de la 4RI sobre la economía y los empleos. ¿Será que las máquinas podrán recrear completamente la actividad cognitiva de los seres humanos, como creía Norbert Wiener hace siete décadas, en los comienzos de la inteligencia artificial, y tal como reafirmó recientemente Daniel Kahneman con los avances en *machine learning* (Wiener, 1949; Kahneman, 2018)? ¿O hay todavía un lugar para los humanos en los procesos productivos? La respuesta a estas preguntas determinará en buena medida el bienestar de las generaciones futuras. De esta manera, podemos organizar los debates actuales sobre el futuro del empleo en la 4RI en base a dos ejes.

El primero se refiere a la relación entre la automatización y el nivel de empleo. Al igual que en las revoluciones tecnológicas del pasado, en la 4RI se han multiplicado las voces que señalan que estamos frente a la obsolescencia de buena parte de la fuerza de trabajo (Mokyr, Vickers, & Ziebarth, 2015). Así, el “desempleo tecnológico” que preocupaba a Keynes (1930) puede ser una realidad en el futuro mediano, más aún si se tienen en cuenta los principales rasgos de la revolución tecnológica actual. El más importante de dichos rasgos ya fue mencionado antes: los nuevos bienes son predominantemente de naturaleza digital, de manera que una vez inventados, se pueden producir uno, cinco o diez mil más permitiendo absorber los costos fijos y sacar provecho de costos marginales que a veces son insignificantes.

Esta capacidad de hacer “copias” perfectas, instantáneas y a costo cercano a cero tiene fuertes implicancias para el grado de concentración de la oferta y para los mercados de trabajo: amenaza a los procesos productivos tradicionales, asociados a la producción estandarizada sustentada en una alta absorción de mano de obra que realiza tareas rutinarias (Rifkin, 2014). Pronósticos más optimistas apelan a la evidencia de que la mayor parte del impacto de la automatización sobre el empleo en la última década se viene produciendo dentro del puesto de trabajo, dedicando menos horas a tareas automatizables y más horas a tareas complejas y de relación interpersonal.

Es decir que el impacto primario podría suceder en la combinación de tareas desempeñadas dentro de los puestos de trabajo, y no tanto en la combinación o la cantidad de puestos de trabajo de la economía (Pounder y Liu, 2018). Por ello, la primera incógnita que aparece es: **¿en qué medida la automatización genera pérdida de empleos a nivel agregado?**

El segundo eje tiene que ver con la demanda de habilidades. El cambio técnico no suele ser neutral en términos de demanda de habilidades (Acemoglu, 2002). Las transformaciones tecnológicas definen ganadores y perdedores ya que suelen beneficiar a un segmento de los trabajadores: aquellos que tienen las habilidades que complementan a las nuevas máquinas y aumentan su productividad.

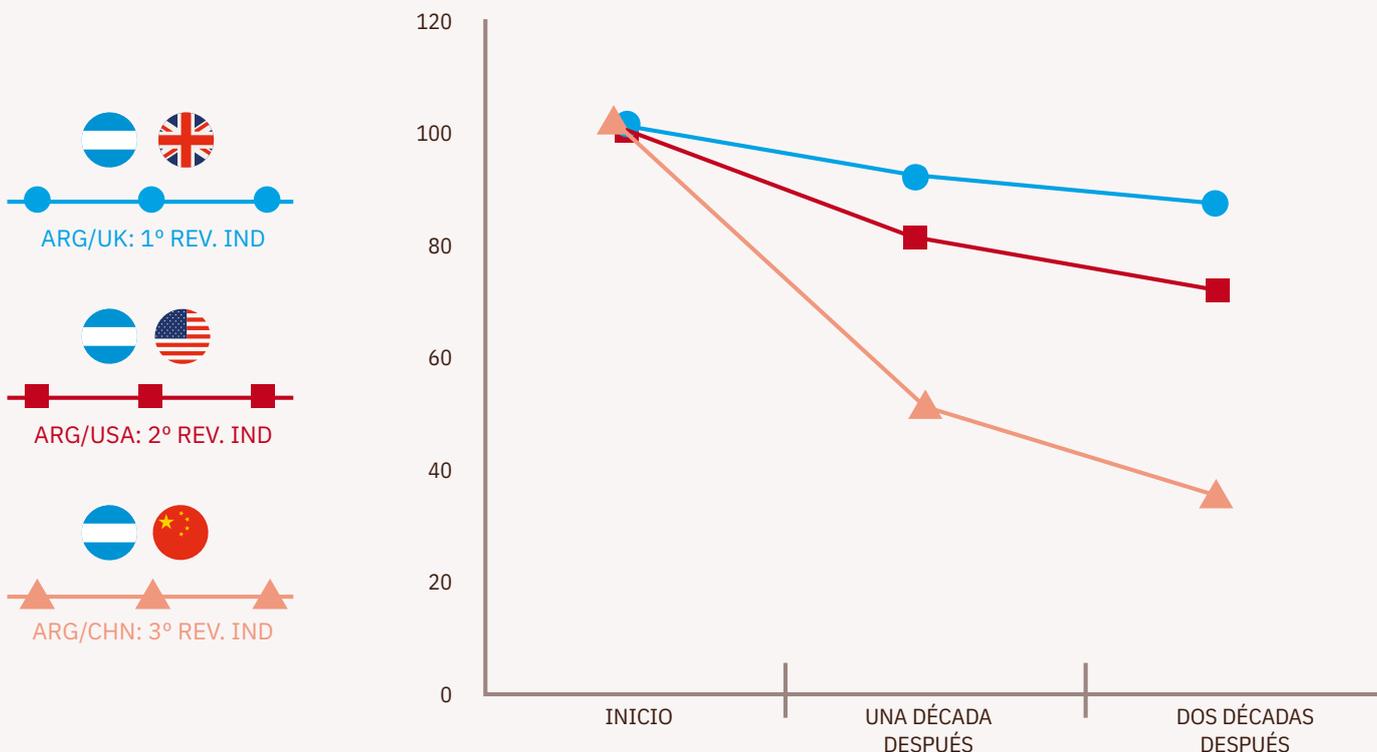
Con la 4RI, las habilidades que se destacarán son aún difíciles de determinar, pero sí hay un claro sesgo hacia tres grandes grupos: conocimientos cognitivos generales que potencian la flexibilidad y adaptabilidad, conocimientos específicos asociados a las nuevas tecnologías, y habilidades socioemocionales.

Así, los beneficios del cambio tecnológico se sesgan hacia un grupo de trabajadores, con los consecuentes efectos negativos en la distribución del ingreso laboral: deflación de ingresos para los trabajadores con habilidades obsoletas y ahucamiento en la distribución del ingreso (Brynjolfsson y McAfee, 2014). **Al mismo tiempo, las nuevas tecnologías pueden reducir ciertas brechas e inequidades existentes en los mercados de trabajo de grupos que se encuentran en desventaja, como los jóvenes, conectando mercados y permitiendo atajos (o estrategias de *leapfrogging*) en el uso de tecnologías (Banco Mundial, 2016). En suma, las preguntas que surgen son: ¿qué está pasando con las demandas de habilidades? ¿Las tecnologías asociadas a la 4RI amplifican o reducen las brechas existentes en el mercado de trabajo?**

Todavía no existen respuestas claras para estas preguntas. Lo que sí empieza a emerger es un consenso sobre el comienzo de una segunda etapa en la relación entre máquinas y personas, en tanto el cambio tecnológico no está exclusivamente orientado a ahorrar mano de obra sino que en forma creciente se trata de sistemas de IA donde las personas juegan un rol clave (Daugherty y Wilson, 2018). **A medida que las tecnologías se estandarizan y las habilidades comienzan a adaptarse, la complementariedad entre máquinas y personas tiende a ser más relevante que la sustitución de uno por otro.** En este contexto, la interacción entre personas y máquinas toma importancia creciente: desde el aporte humano para definir el dominio de acción de las máquinas, entrenarlas y mantenerlas hasta la habilidad de estas últimas para aumentar la capacidad humana.

Todo lo expresado hasta aquí se refiere a la dinámica global, o al menos a la que se observa en las economías líderes. **El cambio tecnológico no es inevitable: la historia muestra que los periodos de aparición de GPT también fueron fases de grandes bifurcaciones en los ingresos, la productividad y el bienestar entre los países, esto es, la aparición de ganadores y perdedores a nivel mundial** (Pritchett, 1997). En este último grupo de países uno de los factores clave que explican su rezago es la incapacidad de las empresas y los trabajadores para absorber completamente las nuevas tecnologías y traducirlas en ganancias de productividad. Desgraciadamente, una mirada al pasado nos dice que Argentina se ubicó en el segundo grupo de países: las sucesivas revoluciones tecnológicas fueron períodos de rezago relativo (Ilustración 3).

Ilustración 3
Evolución del PBI per cápita de Argentina en relación al del país más dinámico en cada revolución industrial (Índice 100 = ratio inicial)



Fuente: The Conference Board

Actualmente, se observa una tendencia global de los gobiernos a implementar estrategias que promuevan la evolución hacia la Industria 4.0 y el desarrollo de capacidades en IA. Aunque la mayoría de éstas se reduce a promover la difusión y el acceso de las empresas a las TICs, existen experiencias de países pioneros que están redefiniendo sus políticas industriales en base al nuevo escenario de la 4RI.

¿Volverá la Argentina a quedar rezagada o esta vez será distinto con la IA y otras tecnologías asociadas a la 4RI? ¿Están las empresas incorporando algoritmos y grandes bases de datos para manejar sus actividades cotidianas? ¿En qué medida se están readaptando las habilidades de los trabajadores para complementar a las nuevas tecnologías? ¿Cuáles son los principales obstáculos que enfrentan las empresas y, por lo tanto, cuáles son las políticas públicas más eficientes para impulsar un cambio tecnológico inclusivo? Los resultados de la encuesta nos darán una aproximación a las respuestas que estas preguntas plantean para la industria manufacturera argentina.



4

GEOGRAFÍA Y COORDENADAS: LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

El propósito de la investigación es indagar acerca del grado de difusión actual y esperado de las tecnologías 4.0 en las empresas de la industria manufacturera argentina, así como su impacto en la demanda de trabajo y habilidades. Para ello, realizamos una encuesta semi-estructurada que, a partir de 307 respuestas, permite construir una proyección sobre la situación del sector industrial argentino, en relación a seis ramas de actividad: 1) Alimentos procesados, 2) Siderurgia y Metalmeccánica, 3) Vehículos livianos y Piezas y accesorios, 4) Textil, 5) Maquinaria agrícola, y 6) Biofarma.

La elaboración de la encuesta se diseñó buscando un alto grado de compatibilidad con la metodología utilizada en un estudio que impulsó la Confederación Nacional de Industria para indagar sobre el estado tecnológico de la industria brasileña (CNI, 2018). Esta investigación se denominó “Industria 2027 (I2027)” y estuvo a cargo de los equipos técnicos de la Universidad Federal de Rio de Janeiro (UFRJ) y de la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP). Nuestro trabajo, sin embargo, difiere de este en dos aspectos. En primer lugar, el número de ramas industriales que analizamos aquí es menor. Aunque se eligieron con el objetivo de poder comparar nuestros resultados con los del país vecino, las ramas seleccionadas no son enteramente iguales a las de la investigación llevada a cabo en Brasil. En segundo lugar, nuestro trabajo amplió el foco de la investigación para explorar también el (potencial) impacto de las nuevas tecnologías sobre el tipo de habilidades laborales demandadas por las firmas.

A continuación, se describe el marco de referencia que sirvió para estructurar y elaborar los contenidos de la encuesta, y luego se exponen las características centrales de la muestra de firmas a las que se encuestaron. En el Anexo IV se encuentra la encuesta realizada.



4.1 ESTRUCTURA DE LA ENCUESTA

La encuesta se compone de tres bloques. El primer bloque indaga sobre el estado de adopción de tecnologías actual y esperado para la próxima década y sobre qué acciones e inversiones se están realizando al interior de las firmas para moverse hacia generaciones tecnológicas superiores. En línea con lo realizado por la CNI en Brasil (CNI, 2018), y entendiendo que es difícil tratar a la estructura productiva como un todo, realizamos el análisis para cinco áreas funcionales que componen a una firma: “Relación con proveedores”, “Relación con clientes”, “Desarrollo de producto”, “Gestión de procesos productivos” y “Gestión de los negocios”. De este modo, se buscó analizar el desarrollo tecnológico de las empresas contemplando las tecnologías que eran específicas de cada área funcional.

Para caracterizar las tecnologías, seguimos nuevamente a CNI (2018) y construimos los siguientes escenarios o estadios tecnológicos, a fin de capturar los diferentes grados de integración, conexión e inteligencia utilizados por las empresas industriales:

- **Generación 1-Producción rígida:** automatización rígida y aislada con el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TICs), en contabilidad, en el proyecto o en la producción.
- **Generación 2-Producción flexible:** automatización flexible o semi-flexible con el uso de TICs, sin integración o sólo integración parcial entre las áreas de la empresa (por ejemplo, CAD-CAM, que integra el proyecto y la producción).
- **Generación 3-Producción integrada:** uso de las TICs y automatización con integración y conexión en todas las actividades y áreas de la empresa.
- **Generación 4-Producción conectada e inteligente:** uso de las TICs de forma integrada, conectada e “inteligente”. Presencia de retroalimentación de información sobre operación para apoyar la toma de decisiones.



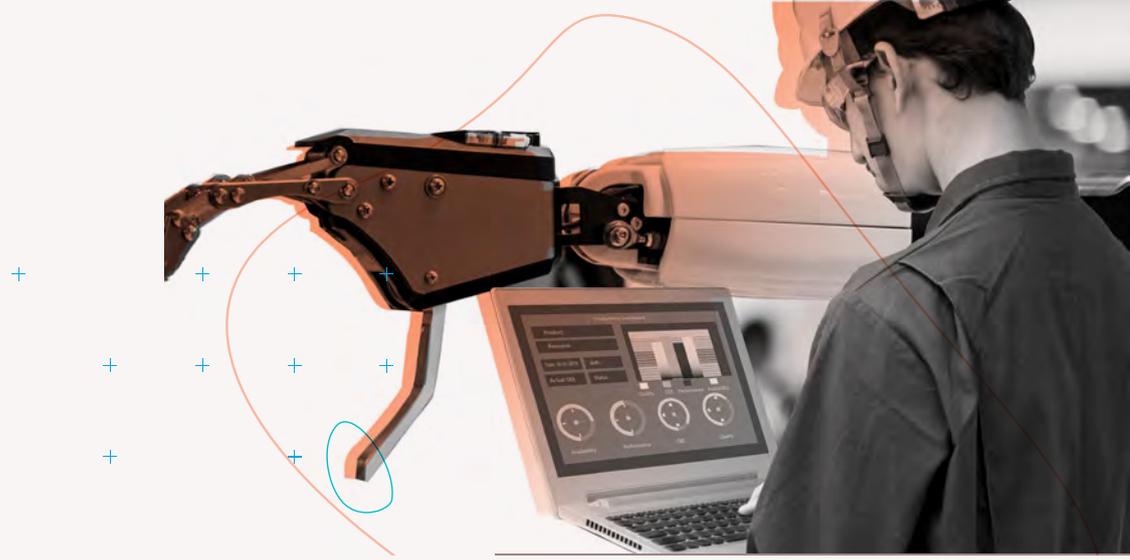
La Figura 1 muestra los tipos de tecnologías que conforman las cuatro generaciones tecnológicas recién descritas en cada área funcional¹.

Figura 1
Tecnologías por generación tecnológica y área funcional

	RELACIÓN CON PROVEEDORES	DESARROLLO DE PRODUCTO	GESTIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS	RELACIÓN CON CLIENTES	GESTIÓN DE LOS NEGOCIOS
G.1	Transmisión manual de pedidos.	Sistema de proyecto auxiliado por computadora.	Automatización simple (rígida) con máquinas no conectadas.	Ejecución manual de registros y contratos.	Sistemas de información independientes específicos por departamento.
G.2	Sistemas de transmisión electrónica de pedidos.	Sistema integrado de diseño, fabricación y cálculo de ingeniería con ayuda de software.	Procedimiento parcial o totalmente automatizado.	Automatización de las ventas.	Sistemas compuestos por módulos y base de datos integrados.
G.3	Soporte informático de los procesos de compras, stocks y pagos.	Sistemas integrados de gestión de datos del producto.	Sistemas integrados de ejecución de procesos.	Sistema integrado para múltiples canales y soporte basado en internet.	Plataforma web con bases de datos para apoyar análisis de negocio.
G.4	Seguimiento en tiempo real de pedidos y de logística de proveedores.	Sistemas virtuales de desarrollo.	Comunicación M2M (de máquina a máquina) u otros sistemas de producción inteligente.	Monitoreo y gestión del ciclo de vida de los clientes.	Procesos de negocio automatizados con apoyo de inteligencia artificial.

Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

1./ La encuesta en el Anexo IV ofrece ejemplos de tecnologías que forman parte de cada generación tecnológica por área funcional.



La confección de las preguntas de este bloque se basó enteramente en las de la encuesta realizada en Brasil en el contexto del proyecto Industria 2027. Esta estrategia metodológica encuentra fundamento en la distinción que suelen realizar los abordajes de raíz neo-schumpeteriana donde a la empresa se la examina como una organización estructurada a partir de diferentes clases de rutinas (Nelson y Winter, 1982). En especial, se destacan las rutinas operativas, procedimientos tanto codificados como tácitos por los cuales las empresas resuelven el desarrollo de sus operaciones de producción. También existen reglas, protocolos, algoritmos o rutinas, más o menos explícitas según cada empresa, para tomar decisiones en materia de inversiones y para identificar oportunidades de negocio.

La existencia de rutinas compartidas por todos los integrantes de la organización facilita la ejecución de las tareas y reduce los costos de coordinación. A su vez, el conjunto de rutinas le otorga un rasgo único a cada empresa. Este abordaje contrasta con el más convencional que asume la existencia de una firma representativa, la cual, frente a un nuevo escenario definido por cambios en los precios relativos o en la disponibilidad de recursos tecnológicos, reacciona de un modo que sería semejante al del resto de las firmas. Por el contrario, resulta de gran relevancia caracterizar a este conjunto diverso de reacciones y llegar a establecer taxonomías (Coriat y Weinstein, 2011). De esta forma, las generaciones tecnológicas procuran describir a partir de los artefactos o procedimientos más característicos a las diferentes rutinas, tanto a las operativas como a las que hacen a las relaciones con proveedores y clientes.

El segundo bloque de esta investigación indaga cómo las nuevas tecnologías y la Cuarta Revolución Industrial pueden cambiar la demanda de habilidades por parte de las empresas de la industria manufacturera. Un primer conjunto de preguntas apuntó a comparar la importancia de ciertos tipos de habilidades a la hora de contratar personal en los próximos cinco años con respecto a lo que tuvieron en los últimos dos. Se consideraron tanto las habilidades blandas, asociadas a la interacción con computadoras y las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas como las relacionadas con las tareas repetitivas o manuales. Se incluyeron preguntas para once tipos de tecnologías. Un segundo conjunto de preguntas investigó el impacto de la automatización en la dotación de personal en diferentes áreas de la empresa, tanto en los últimos cinco años como el impacto esperado para el próximo quinquenio.

Finalmente, el tercer bloque aborda las características generales de las empresas encuestadas. Esta información es valiosa para caracterizar a las firmas de acuerdo con diferentes rasgos como, por ejemplo: la cantidad de empleados, los mercados de destino, la facturación anual, la participación accionaria, entre otros.

4.2 CARACTERÍSTICAS CENTRALES DE LA MUESTRA

El universo de estudio fueron las empresas del sector industrial de más de diez empleados pertenecientes a los siguientes seis sectores de la economía: Alimentos procesados, Siderurgia y Metalmecánica, Vehículos livianos y piezas y accesorios, Textil, Maquinaria agrícola y Biofarma. En conjunto, estos sectores aglutinan el 72% del empleo de la Industria Manufacturera. La Figura 2 muestra los subsectores seleccionados donde se realizó la encuesta.

Figura 2
El universo de estudio

SECTORES OBJETO DE ESTUDIO	SUBSECTOR	CÓDIGO DE ACTIVIDAD ISIC REV.3.1
ALIMENTOS PROCESADOS	Elaboración de vinos	1552
	Elaboración de productos alimenticios N.C.P.	154
SIDERURGIA + METALMECÁNICA	Industrias básicas de hierro y acero	271
	Fabricación de maquinaria de uso general	291
	Fabricación de maquinaria de uso especial	292
VEHÍCULOS LIVIANOS + PIEZAS Y ACCESORIOS	Fabricación de vehículos automotores	341
	Fabricación de partes; piezas y accesorios para vehículos automotores y sus motores	343
TEXTIL	Fabricación de hilados y tejidos, acabado de productos textiles	171
	Fabricación de productos textiles N.C.P.	172
MAQUINARIA AGRÍCOLA	Fabricación de maquinaria agropecuaria	2921
BIOFARMA	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	2423

Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

En cuanto a la cobertura geográfica se consideraron las principales jurisdicciones del país (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Tucumán y Mendoza) que representan el 76% del total de empresas del país.

Para la construcción del marco muestral se utilizaron listados de empresas provenientes de distintas fuentes: Dun y Bradstreet, Cámaras de Empresas y bases de datos de Voices, la consultora que realizó la encuesta a las firmas. La encuesta fue realizada de manera presencial o telefónica.

Se diseñó una muestra de 300 empresas. El tipo de técnica utilizada para la selección de la muestra fue el muestreo aleatorio estratificado. Se consideraron 12 estratos muestrales que surgen de la combinación de 6 sectores industriales y 2 tamaños de empresa por sector: empresas de 11 a 50 empleados y empresas con más de 50 empleados. Se definió como objetivo para cada uno de los 12 estratos obtener al menos 25 respuestas (es decir 50 casos en cada uno de los 6 sectores estudiados).

La muestra final quedó conformada por 307 empresas que fueron ponderadas de acuerdo con el peso real de cada estrato en el universo (cantidad de empresas por sector y tamaño de empresas por cantidad de empleados). No obstante, para realizar el análisis no se tuvieron en cuenta las empresas que no sabían qué tecnologías utilizaban en más de un área funcional. De esta manera, **trabajamos sobre un total de 293 empresas. La Figura 3 muestra la composición del conjunto de acuerdo con las diferentes características de las empresas encuestadas.**

Figura 3
Composición de la muestra por características de la empresa y por sector.

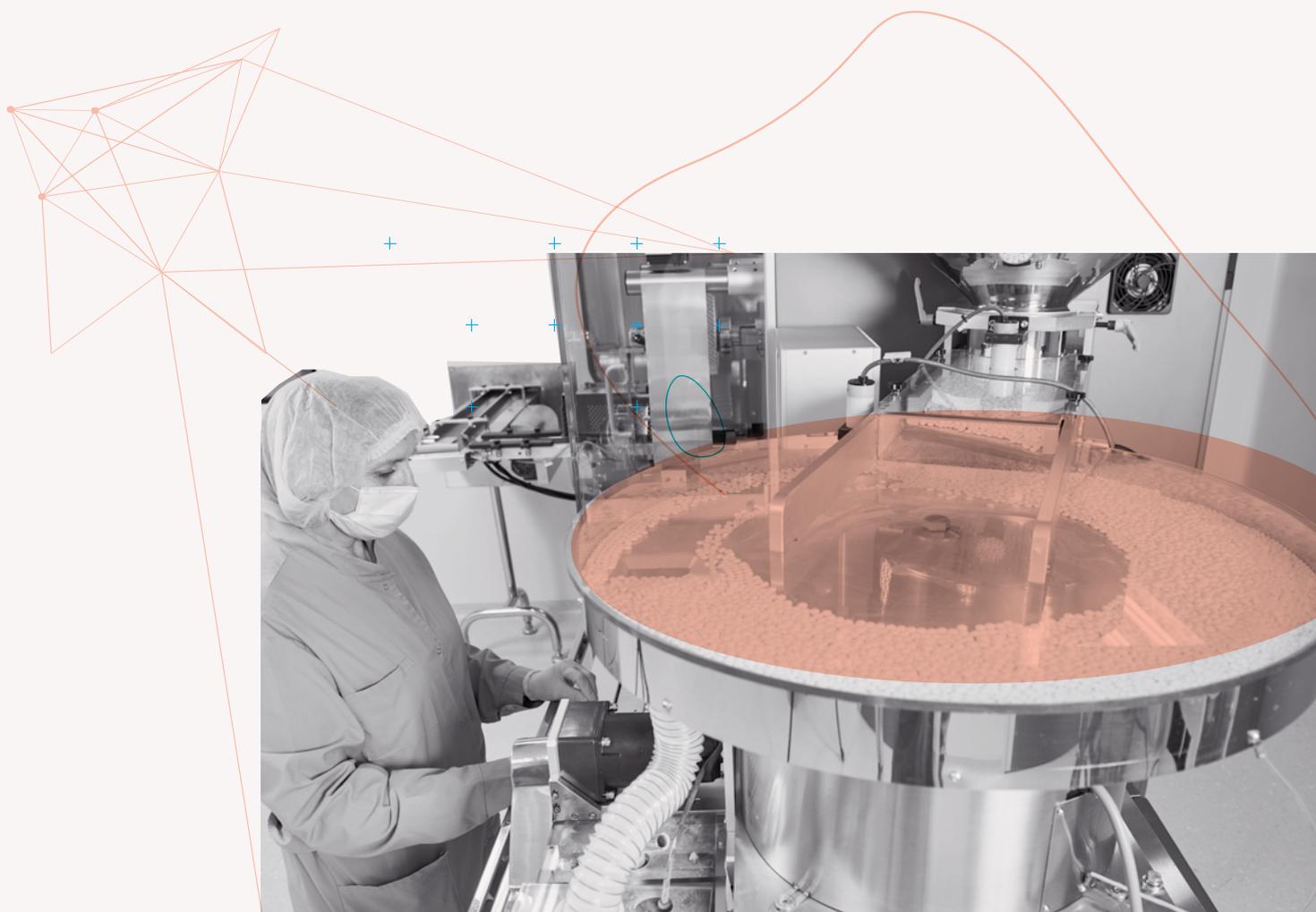
Sector	Cantidad de empresas	Con control accionario extranjero mayoritario (%)	Que exporta (%)*	Micro (%)	Pequeña (%)	Mediana tramo bajo (%)	Mediana tramo alto (%)	Grande (%)
Alimentos procesados	47	0	32	30	34	15	15	6
Siderurgia y Metalmecánica	51	4	51	8	45	31	8	8
Vehículos livianos y Piezas y accesorios	47	26	51	6	36	26	19	13
Textil	47	2	26	13	51	15	9	13
Maquinaria agrícola	52	2	46	17	46	21	8	8
Biofarma	49	18	55	14	20	27	10	29
Total	293	9	44	15	39	23	11	13

* Si parte de sus ventas durante 2017 fueron al exterior.

Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Como es posible observar en la primera columna, se entrevistó un número cercano a 50 empresas de cada sector. En las columnas subsiguientes vemos que las empresas encuestadas que componen esos sectores son distintas. Por ejemplo, el 26% de las empresas en vehículos livianos y piezas y accesorios tiene control accionario mayoritario extranjero mientras que alimentos procesados es de propiedad nacional en su totalidad. Es notorio que el porcentaje de empresas que exporta en el sector de textil o alimentos procesados es muy bajo en relación con los otros sectores. Aunque este rasgo coincide con la representación general que puede observarse en otros estudios sobre el perfil exportador de la industria argentina.

La Figura 3 también muestra cómo las empresas de cada sector se distribuyen según el tamaño de empresa. De nuevo encontramos grandes diferencias. Mientras que casi 2 de cada 3 empresas en alimentos procesados es micro o pequeña, o la mitad de las empresas del sector textil son pequeñas, 1 de cada 3 empresas de biofarma se encuadra en el agrupamiento de “empresa grande”. Nuevamente, estas diferencias replican las asimetrías que describen otros análisis sobre la estructura industrial argentina.



5

TRAVESÍA 4.0: LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Presentamos en esta sección los resultados principales de la encuesta. Comenzamos por aquellos correspondientes al estado tecnológico presente y esperado de las firmas en cada una de las cinco áreas funcionales estudiadas. Los resultados son luego comparados con los obtenidos en el caso brasileño y a partir de allí se hace un esfuerzo para obtener una tipología del ecosistema empresarial en términos de su relación con las nuevas tecnologías. Siguen, finalmente, los resultados obtenidos del bloque 2 de la encuesta referidos a las habilidades laborales demandadas por las firmas.

5.1 HACER BASE EN LA CIMA: LA ESCALADA TECNOLÓGICA DE LA INDUSTRIA

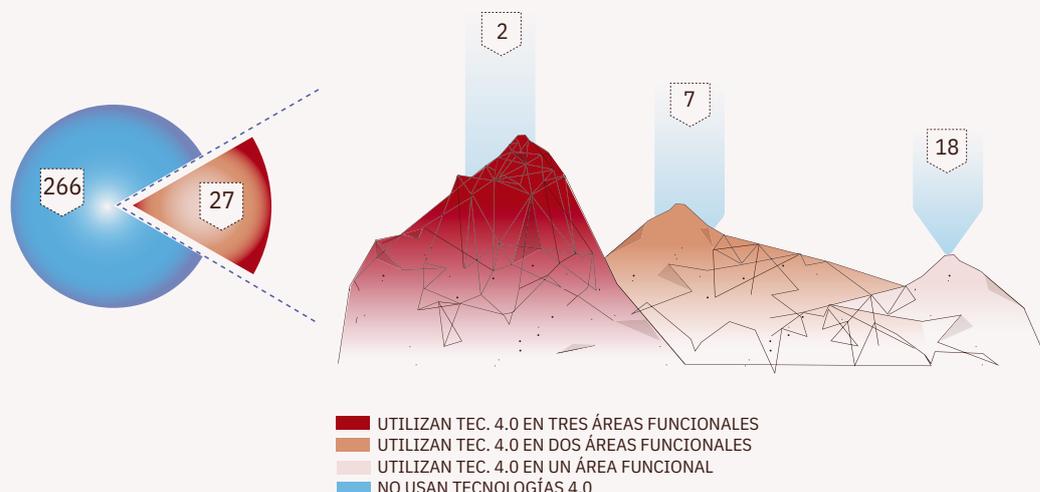
ESTADO DE PREPARACIÓN PARA LA ESCALADA

Una primera caracterización del estado tecnológico de la industria argentina que emerge del análisis puede sintetizarse a partir de cuatro grandes rasgos estilizados.

El primero es que el grado de difusión de tecnologías 4.0 en la industria manufacturera argentina es todavía muy bajo. Dicho de otra manera, la industria 4.0 es un fenómeno incipiente, que por el momento abarca aquí apenas a un selecto grupo de empresas, y de forma parcial. La Figura 4 muestra que, **de las 293 empresas consideradas, solo 27 firmas —menos del 10%— cuentan con tecnología de cuarta generación en alguna de las cinco áreas funcionales analizadas. Sólo nueve de estas firmas cuentan con tecnología de cuarta generación en dos o tres de las áreas funcionales y ninguna declara disponer este tipo de generación tecnológica en más de tres áreas funcionales. De hecho, no existen empresas completamente 4.0 en la industria argentina** (Figura 4).

Un segundo rasgo, complementario del primero, es que en la gran mayoría de las empresas predominan tecnologías de primera y segunda generación. La Figura 5 muestra el porcentaje de empresas que utilizan cada una de las cuatro generaciones tecnológicas en cada una de las cinco áreas funcionales analizadas. Siguiendo los resultados elaborados en el marco del proyecto Industria 2027 para analizar la situación de Brasil, el gráfico reporta también el promedio simple de las áreas funcionales (CNI, 2018), el cual brinda una noción del estado tecnológico promedio del agregado industrial. Empleando esa métrica, se observa que algo más del 80% de las empresas de la muestra cuenta con tecnologías de primera y segunda generación: alrededor de 40% utiliza tecnologías de primera generación y otro 40% de segunda generación. Esto debilita la hipótesis de que la escasa adopción de nuevas tecnologías se debe fundamentalmente a que las tecnologías se encuentran en una etapa de prueba y error, como sí se observa en las economías avanzadas. Allí buena parte de las empresas se ubica cerca de la frontera, a la espera de una mayor estandarización y codificación de las nuevas tecnologías.

Figura 4
Composición de la muestra según uso de tec. 4.0



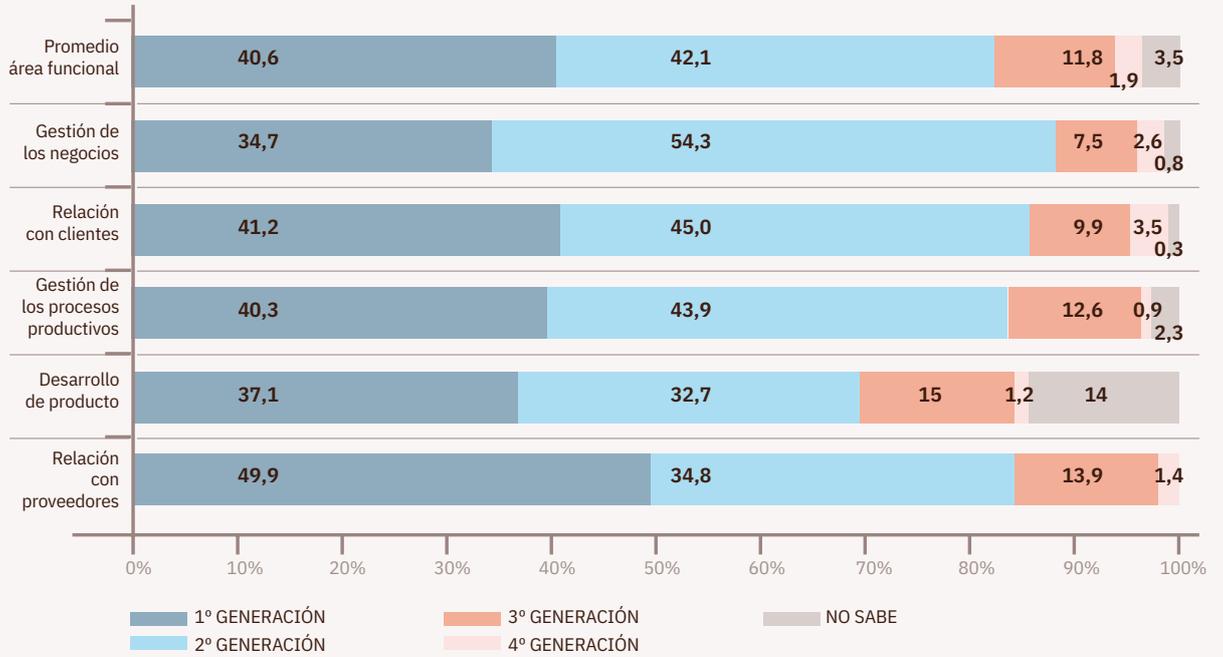
Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Existen algunos matices entre áreas funcionales, pero son más bien de segundo orden. El porcentaje de empresas que cuentan con tecnologías de primera y segunda generación oscila entre 84% y 89% por área funcional, a excepción del área “Desarrollo de Producto” en la que el porcentaje de empresas se reduce a 70%, aunque ese descenso está influido por una alta tasa de respuestas “no sabe”. No es inmediata la interpretación de las respuestas “no sabe”; una posibilidad es que refleje —en línea con este segundo rasgo distintivo— el bajo conocimiento de las opciones tecnológicas disponibles por parte de las firmas entrevistadas. En tal caso, el 14% de respuestas “no sabe” reportado para el área “Desarrollo de Producto” también daría una indicación de un uso escaso de tecnologías avanzadas en dicha área.

El tercer rasgo estilizado se refiere a la dinámica a futuro. Los resultados de la encuesta sugieren que el alto porcentaje de empresas con tecnologías de primera y segunda generación debería tender a reducirse significativamente durante la próxima década. Al indagar respecto al uso esperado de tecnologías dentro de 10 años, las firmas encuestadas indican que aumentarán notablemente el uso de tecnologías de tercera y cuarta generación, aunque estas últimas seguirán sin convertirse en predominantes. La Figura 6 muestra el porcentaje de empresas que esperan utilizar dentro de 10 años las distintas generaciones tecnológicas en cada una de las cinco áreas funcionales. Comparando el casi 14% de firmas que hoy emplean, en promedio, tecnologías de tercera y cuarta generación (Figura 5), las respuestas sugieren que dentro de 10 años ese porcentaje se elevaría a alrededor de 44% (Figura 6).

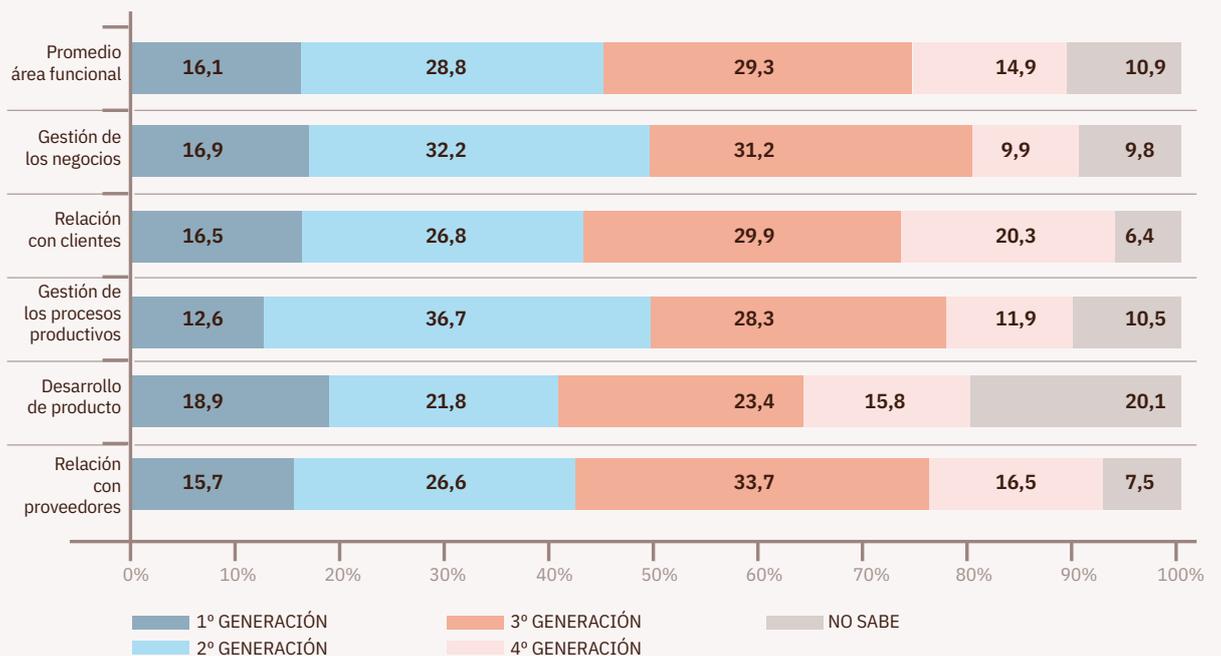
Existen también aquí algunas diferencias según áreas funcionales, siendo la más marcada entre las áreas “hacia dentro” de la empresa gestión de los negocios (procesos productivos y desarrollo de producto) y las áreas “hacia afuera” (relación con clientes y relación con proveedores de la empresa). Se espera un mayor uso de tecnologías avanzadas en los procesos “hacia afuera”, que involucran relaciones con clientes y proveedores: alrededor del 50% de las

Figura 5
Firmas según tecnología y área funcional hoy (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Figura 6
Porcentaje de firmas según tecnología y área funcional en 10 años (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

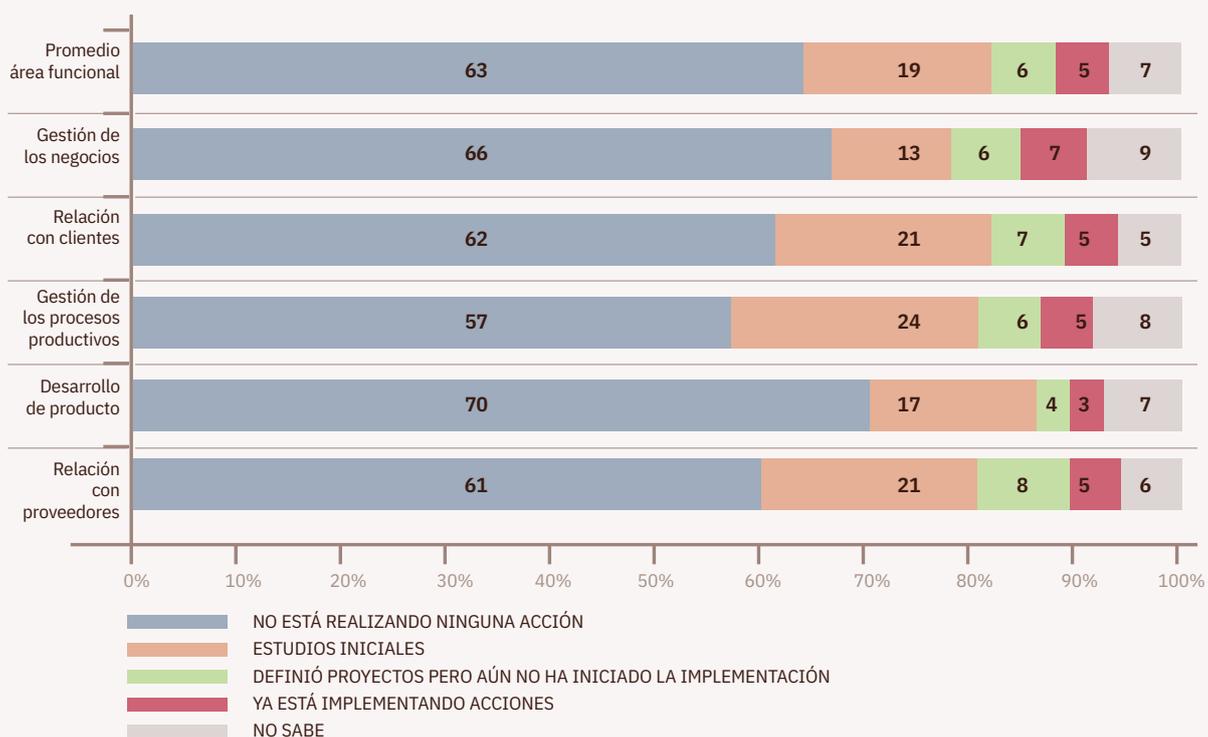


firmas espera estar empleando tecnologías de tercera y cuarta generación en esas áreas. Dada la incertidumbre respecto a un futuro no tan inmediato, la tasa de no-respuesta (respuestas “no sabe”) para esta pregunta resultó mayor comparada a la pregunta respecto al uso actual de tecnología (10,9% en la Figura 6 vs. 3,5% en la Figura 5).

El contraste entre las respuestas reflejadas en las Figuras 5 y 6 podría sugerir que, si bien el punto de partida es de una baja adopción del paradigma 4.0, la expectativa de las propias firmas es que eso cambiará de forma significativa durante la próxima década.

El cuarto hecho estilizado es que cuando se les pregunta acerca de las acciones dirigidas a adoptar estas nuevas tecnologías, más del 60% de las firmas dice no estar tomando ninguna acción. Aparece aquí un desafío: para que ocurra el cambio tecnológico hace falta una estrategia empresarial relacionada con una mayor absorción tecnológica y la consecuente mutación de los procesos y de los productos, y ello no surge del statu quo. La Figura 7 muestra qué tipo de acción están tomando las empresas para alcanzar la generación tecnológica que espera emplear dentro de 10 años. **Se observa allí que sólo 5% de las firmas está actualmente tomando medidas concretas para facilitar mejoras tecnológicas, mientras que otro 25% está estudiando o definiendo qué acciones tomará para mejorar su tecnología.**

Figura 7
Acciones llevadas a cabo según área funcional (en porcentaje)



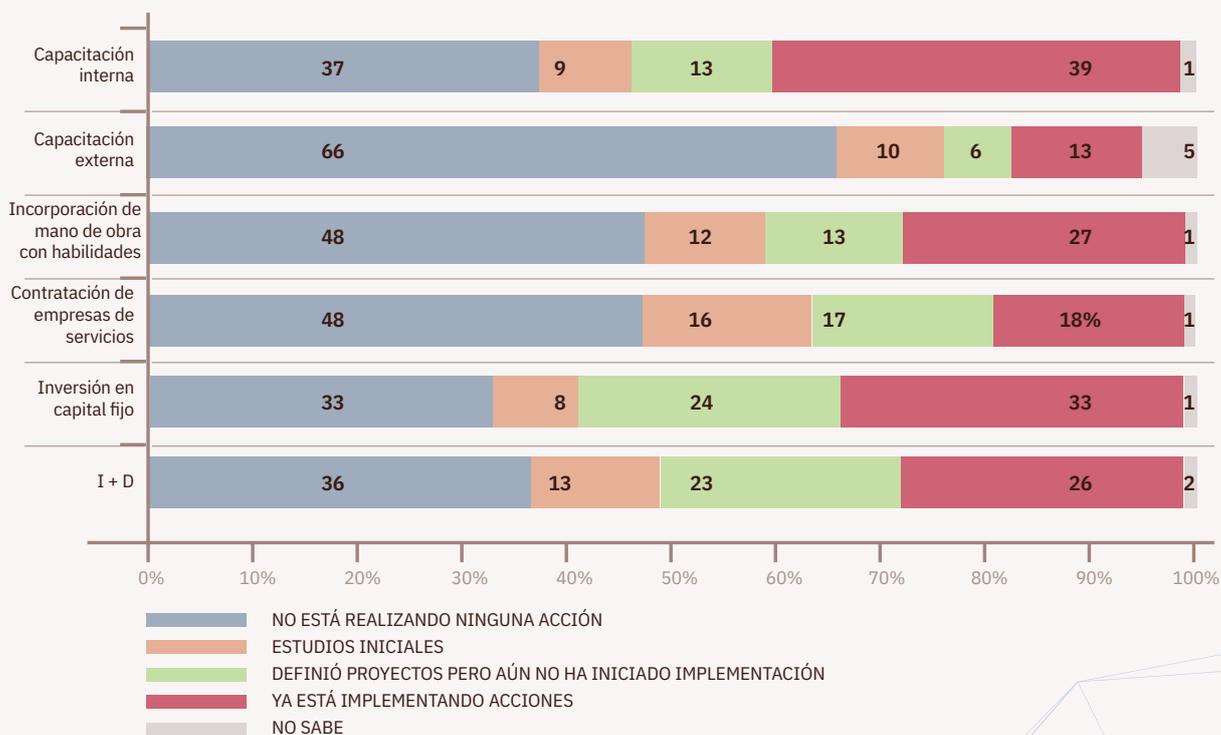
Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Así, la alta inacción para adoptar nuevas tecnologías en un conjunto amplio de firmas que se refleja en la Figura 7 es el cuarto rasgo sobresaliente de nuestra encuesta respecto al uso de tecnologías. La evidencia recogida en la Figura 8 —que muestra el porcentaje de firmas que están llevando a cabo distintos tipos de inversiones— refuerza este hallazgo. Se detecta que un alto porcentaje de las firmas —entre 33% y 66%, según el tipo de inversión— no está llevando a cabo ningún tipo de inversión para cerrar la brecha entre el estado tecnológico actual y el esperado para dentro de 10 años.

Se observa en las respuestas a esta pregunta mayor variedad entre los tipos de inversiones. La inversión en capital fijo y la capacitación interna son las formas de inversión en las que mayormente se están llevando a cabo acciones concretas: entre 49% y 52% de las empresas están implementando inversiones o tienen planes de hacerlo. Son pocas, en cambio, las empresas que invierten en capacitación externa y en contratación de empresas de servicios especializadas en tecnologías digitales.

Vale la pena tener en cuenta que la baja tasa de acciones de mejoras tecnológicas que surge de la encuesta puede estar impregnada de algunos factores coyunturales. En particular, durante el período en que se realizó la encuesta —de junio a agosto de 2018— Argentina atravesó una crisis cambiaria que dio lugar a una aceleración inflacionaria y a una contracción de la actividad y el empleo que pudo haber llevado a la postergación de planes de inversión y acciones de desarrollo tecnológico. Es imposible cuantificar el impacto, pero sí es necesario reconocer, al menos cualitativamente, que este elemento coyuntural puede haber influido en las respuestas.

Figura 8
Estado de los distintos tipos de inversión (en porcentaje)



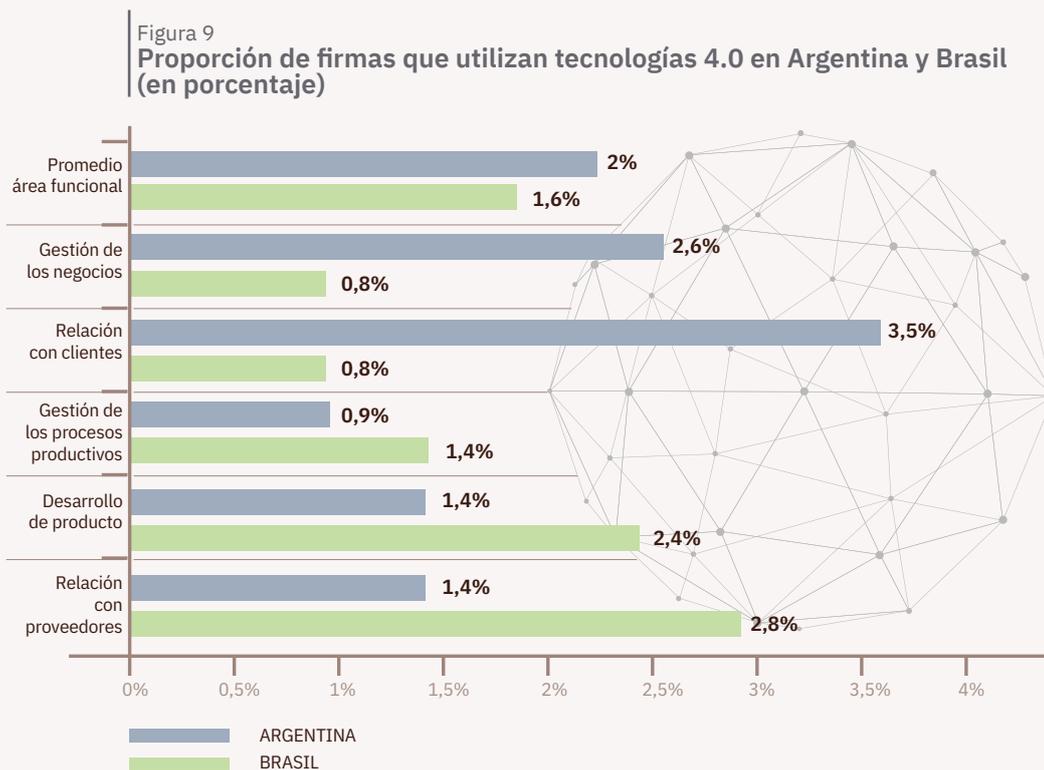
Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

A partir de estos rasgos estilizados extraídos del análisis de los resultados de la encuesta realizada en Argentina un alto porcentaje de firmas con tecnologías de primera o segunda generación; un selecto grupo de empresas avanzadas, aunque sin llegar a ser enteramente 4.0; expectativa de mejora en una década; (pero) débil impulso a implementar acciones para facilitar la adopción de nuevas tecnologías- dedicaremos el próximo apartado a una comparación con los resultados obtenidos por el estudio de Brasil.

MONTAÑISTAS EN ARGENTINA Y BRASIL, ¿CON VÉRTIGO?

Es importante empezar notando que, si bien la estructura de la encuesta para la industria argentina empleó los mismos conceptos y preguntas que la encuesta para la industria brasileña, la composición muestral no es la misma. En particular, en el caso brasileño se encuestó a firmas con más de 100 empleados, mientras que en Argentina a aquellas de más de 10 empleados. La correlación entre nivel tecnológico y tamaño podría incidir en una mejor performance relativa de la muestra de Brasil. De este modo, la comparación que sigue debe contemplar este aspecto y tomarse como sugerente del estado tecnológico de ambos países.

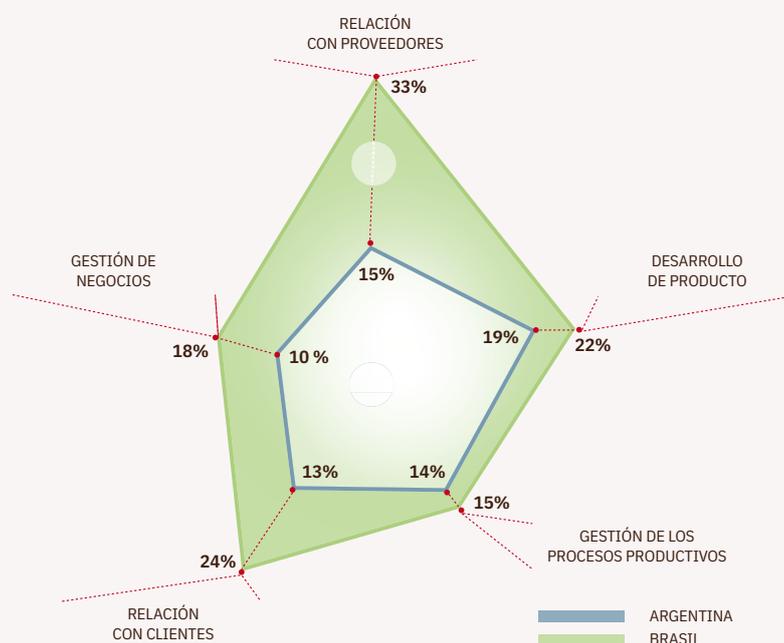
Los resultados que arrojó el estudio realizado en Brasil (CNI, 2018) son muy similares a los que encontramos en Argentina en lo que refiere a la difusión de la Industria 4.0. Las tecnologías de cuarta generación son marginales en ambos tejidos productivos. La Figura 9 muestra que el porcentaje de firmas que emplean tecnologías 4.0 es en ambos países muy pequeño cualquiera sea el área funcional considerada. El uso de tecnologías de cuarta generación promedio de las áreas funcionales es de 2% en Argentina y 1,6% en Brasil. Así, la penetración de la Industria 4.0 luce todavía muy incipiente en ambos países y en porcentajes muy parecidos.



Fuente: Encuesta INTAL-BID-CIPPEC-UIA y CNI-Industria 2027, 2017.

La caracterización se modifica, sin embargo, cuando se incluyen en la evaluación las tecnologías de tercera generación. **En este caso, la industria brasilera pareciera más aventajada tecnológicamente que la argentina, aunque es probable que como la muestra argentina está más sesgada a empresas pequeñas, este resultado esté sobredimensionado.** La proporción de firmas que hoy utilizan tecnologías más avanzadas —tercera y cuarta generación consideradas conjuntamente— es mayor en Brasil en todas las áreas funcionales. La Figura 10 muestra que el porcentaje de firmas que se encuentran cercanas a la frontera tecnológica es sensiblemente mayor en el caso brasilero, sobre todo en las áreas funcionales “hacia afuera”; vale decir, las relaciones con clientes y proveedores.

Figura 10
Adopción presente de tecnologías 3.0 y 4.0 en Argentina y Brasil (en porcentaje)

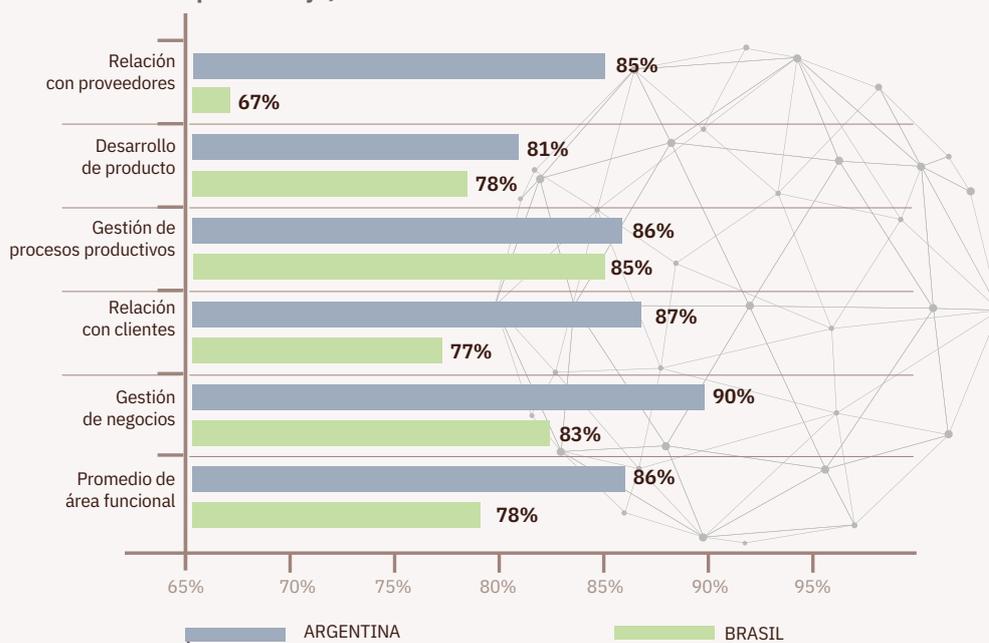


Fuente: Encuesta INTAL-BID-CIPPEC-UIA y CNI-Industria 2027, 2017.

Como contrapartida de la mayor concentración proporcional de firmas usando tecnologías de tercera y cuarta generación, se observa que el porcentaje de firmas que utilizan tecnologías de primera y segunda generación es menor en Brasil. La Figura 11 muestra que mientras en Argentina el 86% de las firmas utiliza, en promedio, tecnologías de primera y segunda generación en Brasil ese porcentaje cae a 78%². En Argentina los porcentajes de firmas empleando tecnologías de primera y segunda generación varían entre 81% (desarrollo de producto) y 90% (gestión de los negocios), mientras que en Brasil es algo más heterogéneo: van de 67% (relación con proveedores) a 85% (gestión de procesos productivos), dando cuenta que a diferencia de Argentina existen algunas áreas funcionales dentro de las firmas que se encuentran considerablemente mejor para enfrentar el cambio tecnológico (Figura 11).

2./ Es importante tener presente que en el estudio brasileño se reportan los porcentajes de las respuestas excluyendo las “no sabe”. Para hacer la comparación homogénea, en esta sección reportamos los resultados de Argentina recalculando los porcentajes desechando las respuestas “no sabe”. Es por eso que los porcentajes reportados en este apartado difieren levemente de aquellos presentados en otras secciones del estudio.

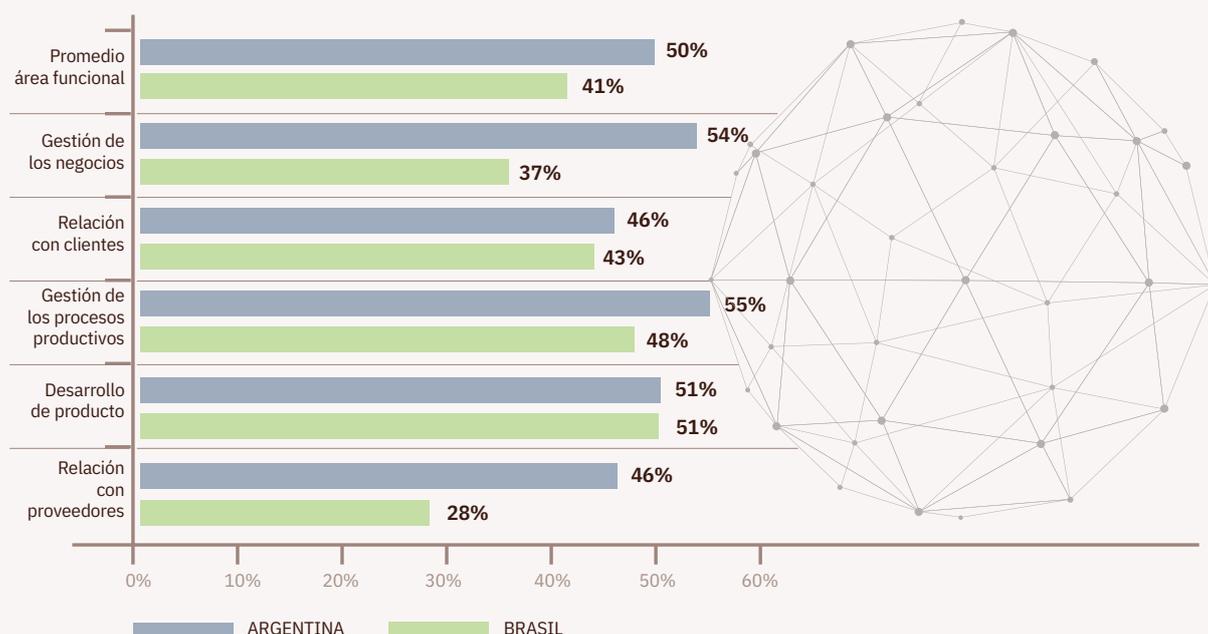
Figura 11
Adopción presente de tecnologías 1.0 y 2.0 en Argentina y Brasil (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL-BID-CIPPEC-UIA y CNI-Industria 2027, 2017.

Mirando prospectivamente, las firmas de ambos países manifiestan una expectativa de fuerte transformación tecnológica durante la próxima década. El porcentaje de firmas que esperan utilizar tecnologías de tercera y cuarta generación en 10 años es más del doble en todas las áreas funcionales tanto para Argentina como para Brasil. Como contrapartida, caen significativamente los porcentajes de firmas que esperan contar con tecnologías de primera y segunda generación, tal como se aprecia en la Figura 12.

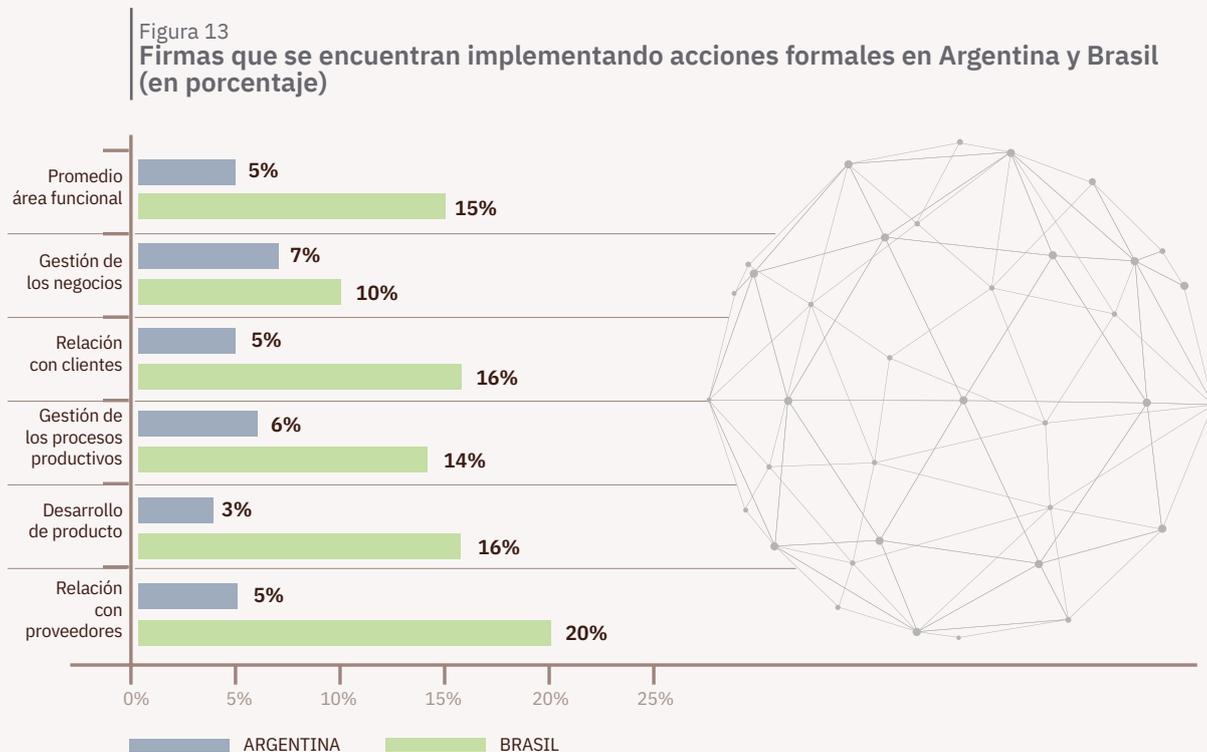
Figura 12
Adopción esperada de tecnologías 1.0 y 2.0 en Argentina y Brasil (en porcentaje)



Fuente: Encuesta a empresas INTAL-BID-CIPPEC-UIA y CNI-Industria 2027, 2017

Es útil notar un aspecto importante de la comparación prospectiva: las expectativas de adopción tecnológica no lucen significativamente distintas entre los países. La relación entre porcentaje de firmas empleando primera y segunda generación en Argentina y Brasil es hoy de 86% vs. 78% y se prevé será de 50% vs. 41% en una década; vale decir, en ambas industrias se espera una caída del porcentaje de firmas tecnológicamente menos avanzadas de 35 y 37 puntos porcentuales, respectivamente. Es posible argumentar que, dada la aparente menor adopción tecnológica actual de las firmas argentinas comparadas con las brasileñas, una trayectoria tecnológica convergente demandaría una mayor caída —en términos de puntos porcentuales— por parte de las firmas argentinas. Aun dando lugar a esa observación, no pareciera mayúscula la diferencia en la expectativa de adopción tecnológica entre las firmas industriales argentinas y las brasileñas.

Es, en cambio, notoria la diferencia cuando se analiza la proporción de firmas que se encuentran tomando acciones concretas para lograr acercarse a la cima 4.0. La Figura 13 muestra que el porcentaje de firmas que están tomando acciones correctivas es tres veces mayor en Brasil que en Argentina, cuando se considera el promedio de las áreas funcionales. La diferencia es todavía más marcada en algunas áreas como “relación con proveedores” o “desarrollo de producto” donde el porcentaje de firmas que se encuentran realizando acciones es 4 y 5 veces mayor en Brasil, respectivamente. Nuevamente, la diferencia debe ser tomada con cautela teniendo en cuenta el tamaño de las empresas encuestadas en ambos países, así como el contexto de crisis económica en el que se realizó la encuesta en Argentina.



Fuente: Encuesta INTAL-BID-CIPPEC-UIA y CNI-Industria 2027, 2017.

En suma, el análisis comparativo de las encuestas en Argentina y Brasil arroja tres mensajes importantes. El primero es que las tecnologías 4.0 son aún de uso marginal tanto entre las firmas industriales argentinas como las brasileñas: en ninguna área funcional el porcentaje de firmas con este tipo de tecnologías supera el 4%. El segundo es que existe un porcentaje ampliamente mayoritario en ambos países de firmas empleando tecnologías de primera y segunda generación: 86% de las argentinas y 78% de las brasileñas. El tercero es que en ambos países son proporcionalmente pocas las empresas que se encuentran actualmente tomando acciones para ascender hasta la cima 4.0; menos del 20% de las firmas en Brasil y 7% en Argentina está tomando acciones en alguna de las áreas funcionales estudiadas.

TRES GRUPOS DE MONTAÑISTAS EN ARGENTINA: CÓNDORES, ALPINISTAS Y TREKKERS

¿Es posible encontrar una tipología del ecosistema empresarial argentino y su relación con las nuevas tecnologías sobre la base de esta información? Para contestar esta pregunta, buscamos clasificar a las firmas en tres grupos en base a dos atributos: el nivel de adopción actual de tecnologías y el grado de dinamismo, entendiendo que una empresa es dinámica no sólo si espera cerrar su brecha tecnológica sino si además está llevando a cabo acciones para hacerlo. Para medir estos dos atributos construimos el índice de adopción tecnológica (A) y el índice de dinamismo (C) y en base a ellos desarrollamos un ejercicio de clustering con **el método de *k*-vecinos cercanos que nos permitió agrupar a la muestra en tres grupos.** El apéndice VI al final del trabajo explica con detalle como realizamos el ejercicio de agrupamiento.

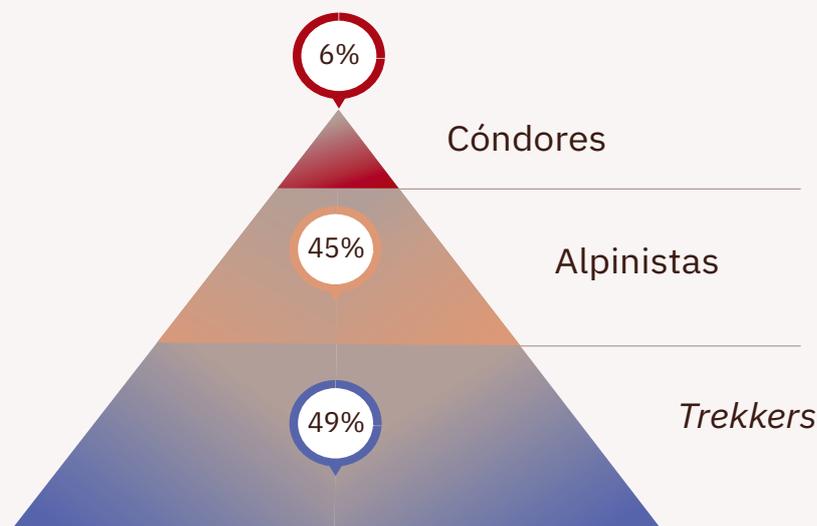
- Si bien no existen firmas enteramente 4.0, **es posible identificar un pequeño grupo integrado por empresas en las que predominan tecnologías avanzadas, mayormente de tercera generación e, incluso, tecnologías 4.0 en algunas áreas funcionales.** Podemos llamar a este grupo Cándores debido a que se encuentran en la cima o, al menos, muy cerca de ella, se mueven más ágilmente frente a climas adversos y tienen un equipamiento más apto para hacer frente a esta nueva revolución.

- Es posible distinguir a **un segundo grupo compuesto por firmas que poseen un grado de adopción tecnológica intermedio en las que predominan tecnologías de segunda y tercera generación.** Pueden incluirse en este grupo también firmas que, aunque poseen tecnologías menos avanzadas, están llevando acciones concretas para converger en los próximos años a tecnologías más próximas a la frontera. Identificamos a este grupo como Alpinistas dado que, a pesar de no estar aún en la cima, parecen decididos a escalar, con esfuerzo, planificación y cierto grado de tecnología que utilizan para mejorar su rendimiento.

- Finalmente, **es posible identificar a un conjunto de compañías que no sólo emplean tecnologías de primera y segunda generación, sino que además no están tomando acciones concretas para adoptar nuevas tecnologías.** Identificamos a estas empresas como *Trekkers*, caminantes o exploradores que aún no parecen haber iniciado la travesía y, por lo tanto, a pesar de contar generalmente con experiencia en climas adversos, enfrentan los mayores desafíos para llegar a la cúspide.

La Figura 14 muestra la estructura en forma montaña de la industria manufacturera según los tres grupos de firmas. En línea con los rasgos principales presentados en el apartado 5.1, **nuestro ejercicio de agrupamiento sugiere que alrededor de la mitad de las firmas encuestadas forman un grupo que se caracteriza por poseer tecnologías de primera y segunda generación que no están llevando a cabo acciones para ascender hacia la cima 4.0, los llamados *Trekkers*.** Existe, por otro lado, un pequeño segmento —de 6% de la muestra— de firmas con tecnologías avanzadas y que en su mayoría está tomando acciones para acercarse a la frontera 4.0, denominados *Cóndores*. El panorama industrial cierra con un grupo intermedio —también grande, con 45% de las encuestadas— de firmas que poseen tecnologías intermedias y que se muestran dinámicas para adoptar tecnologías de nueva generación, los *Alpinistas*.

Figura 14
Distribución de las empresas por grupos

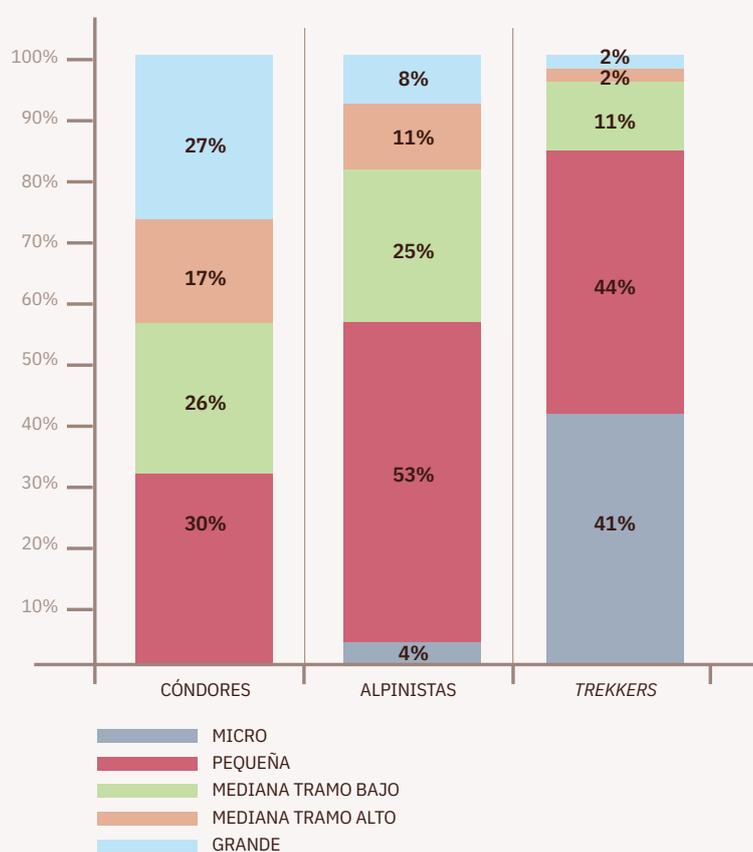


Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.



Es interesante indagar acerca de los atributos que caracterizan a las firmas de cada grupo. Un primer rasgo se vincula al tamaño de las firmas, medido a través de la facturación anual. La Figura 15 muestra la distribución de las firmas por tamaño en cada grupo. Se observa que cerca del 85% del el grupo de *Trekkers* corresponde a micro y pequeñas empresas y que el tamaño promedio tiende a crecer a medida que nos movemos a los grupos con tecnologías más avanzadas. En el grupo de *Alpinistas*, el 77% son pequeñas y medianas —con solo 4% de microempresas— mientras que en el grupo de *Cóndores* cerca de 44% son medianas-grandes o grandes, el porcentaje de pequeñas se reduce a un tercio y no hay microempresas.

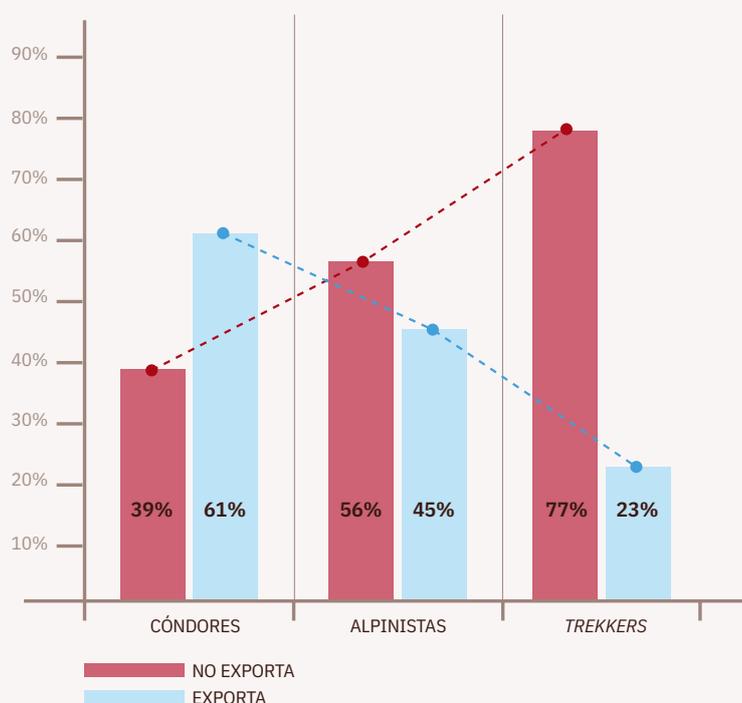
Figura 15
Distribución por tamaño de empresa y grupo (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Se distingue también una asociación entre grupo tecnológico y perfil exportador. Existe una mayor preponderancia de firmas que declaran ser exportadoras en el grupo más avanzado tecnológicamente, la cual va declinando gradualmente con los grupos de menor absorción tecnológica. La Figura 16 da cuenta de este rasgo: mientras que el 61% de los Cóndores son exportadoras, en los grupos de Alpinistas y *Trekkers* esa porción baja a 45% y 23%, respectivamente.

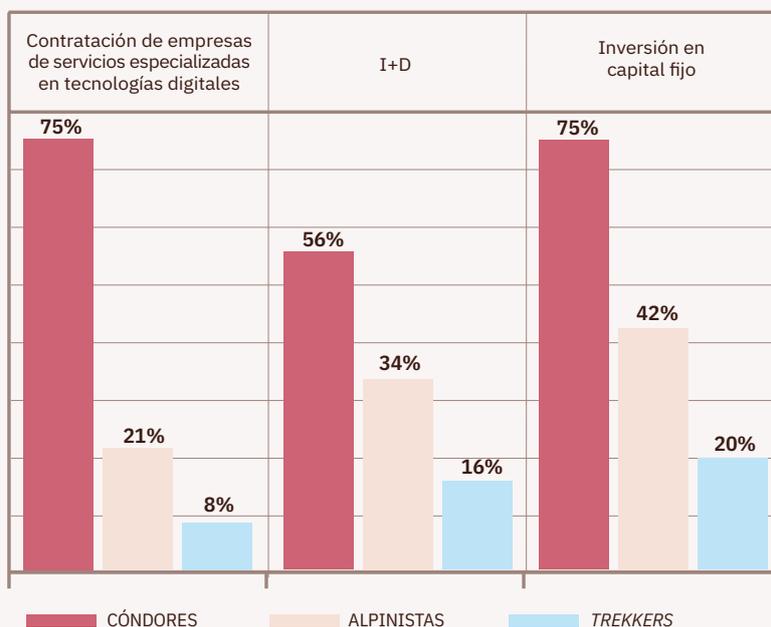
Figura 16
Firmas exportadoras y no exportadoras por grupo (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

No sorprendentemente, **encontramos que de manera generalizada las empresas más avanzadas son las que más invierten en mejorar sus tecnologías.** En particular, las firmas reportan realizar inversiones vinculadas a investigación y desarrollo y otras actividades vinculadas al desarrollo tecnológico como la inversión en capital fijo y la contratación de empresas especializadas en tecnologías digitales. La Figura 17 muestra que el porcentaje de empresas que están implementando un plan de acción formal en estos tres tipos de inversión crece a medida que nos movemos a grupos de empresas tecnológicamente más avanzadas.

Figura 17
Empresas que tienen un plan de acción formal y lo están implementando en inversiones seleccionadas por grupos (en porcentaje)



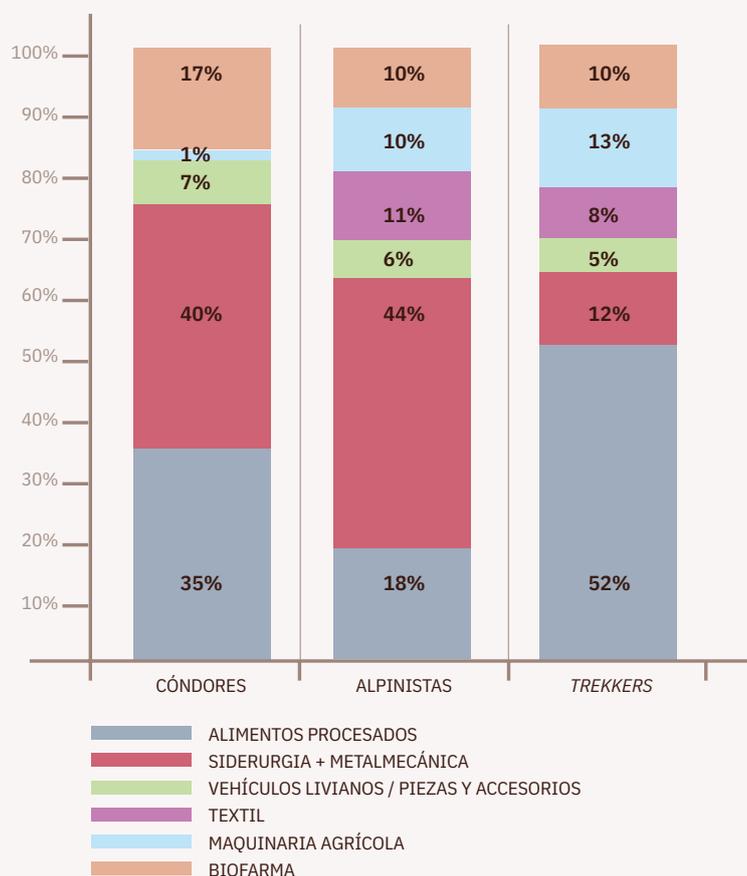
Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Llama la atención la diferencia en el caso de contratación de empresas especializadas en tecnologías digitales, puesto que mientras 3 de cada 4 empresas del grupo de Córdoros optan por este tipo de inversión, sólo el 21% y 8% de las empresas de los grupos de Alpinistas y *Trekkers* lo hace respectivamente. Es decir que no sólo encontramos diferencias en el nivel de inversión general en función de los grupos de pertenencia, sino que además existen diferencias entre los tipos de inversión que realizan. De hecho, en relación a otros tipos de inversión, las firmas de los grupos de Alpinistas y *Trekkers* invierten más en capital fijo y, sobre todo, en capacitación interna, mientras que los Córdoros tienen la escala y las conexiones como para interactuar con el sector generador de las tecnologías.

La Figura 18 muestra la distribución de las empresas por rama de actividad en los tres grupos. No es fácil identificar diferencias por grupo que puedan atribuirse a la pertenencia a alguna rama de actividad. Se observa, por ejemplo, que más de la mitad de las firmas del grupo de *Trekkers* pertenecen al sector de alimentos procesados. Esta rama industrial es menos prevalente en los otros grupos. ¿Es esta prevalencia un rasgo que distingue al grupo de los *Trekkers* de los otros? No necesariamente.



Figura 18
Distribución por grupo y rama de actividad (en porcentaje).



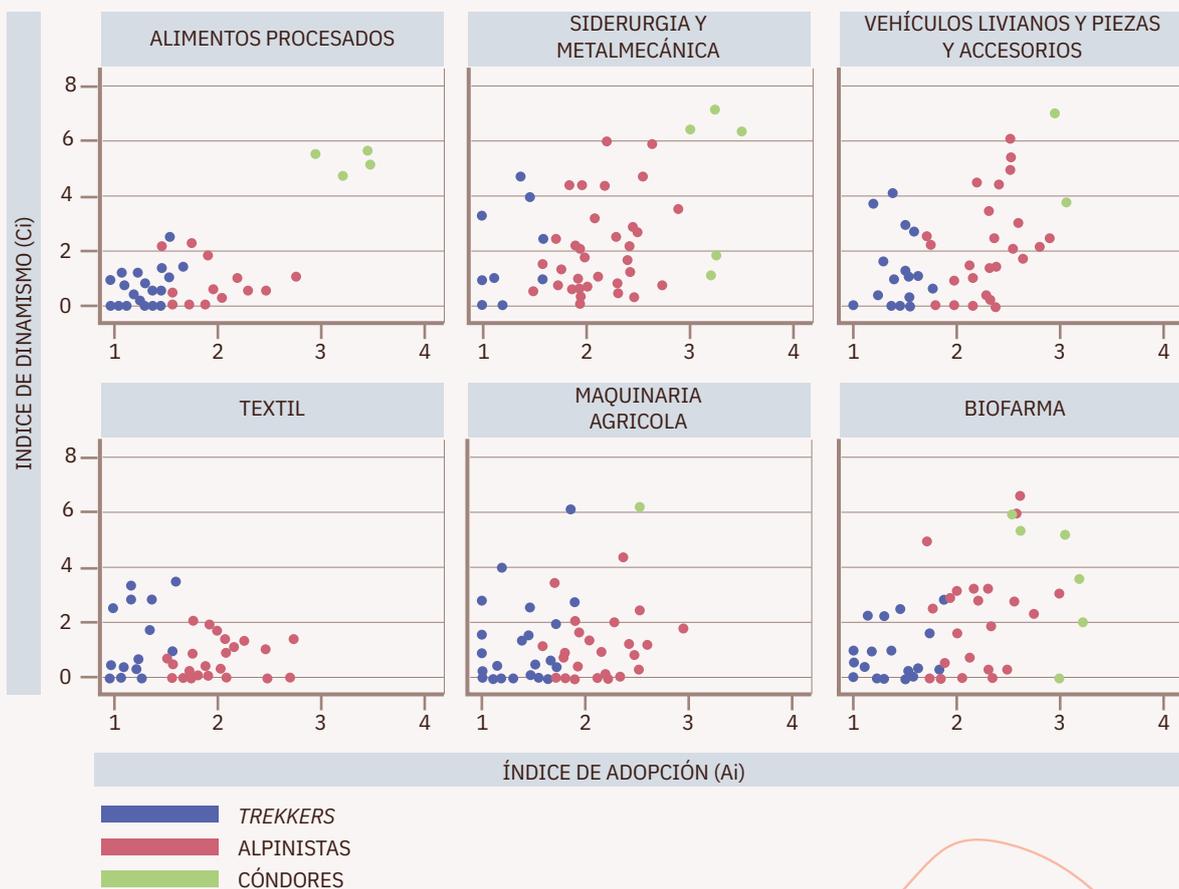
Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Es claro que la composición de los grupos en términos de ramas industriales no es homogénea. No obstante, vale remarcar que la causa de estas diferencias puede ser producto de las características de las empresas que componen cada sector y cuya relación con el grado de adopción tecnológica ya fue remarcada. Por ejemplo, como vimos en la Figura 3, 2 de cada 3 empresas del sector de alimentos procesados es micro o pequeña, mientras que 1 de cada 3 empresas de biofarma es grande. También existen marcadas diferencias en el perfil exportador de un sector como el textil con sólo un 26% de empresas que exportan y otro como biofarma, en el cual más de la mitad de las empresas comercia con el exterior.

En otras palabras, con la información disponible no es posible discernir si las diferencias sectoriales en materia de adopción de tecnologías se deben a factores intrínsecos de cada sector o a características de las empresas que componen esos sectores como son el tamaño o el perfil exportador.

Sí resulta clara la heterogeneidad tecnológica de las empresas de cada una de las ramas industriales. La Figura 19 muestra la distribución de las firmas de los tres grupos en función de nivel de adopción actual de tecnología y de dinamismo. Se observa que, a excepción del sector textil, en todas las ramas encontramos firmas pertenecientes a los tres grupos. Esto significa que en cada sector existe una gran disparidad de realidades tecnológicas o dicho de otro modo, que la forma de montaña que encontramos a nivel de la industria argentina, es reproducible —con sus propios matices— en cada una de las ramas industriales.

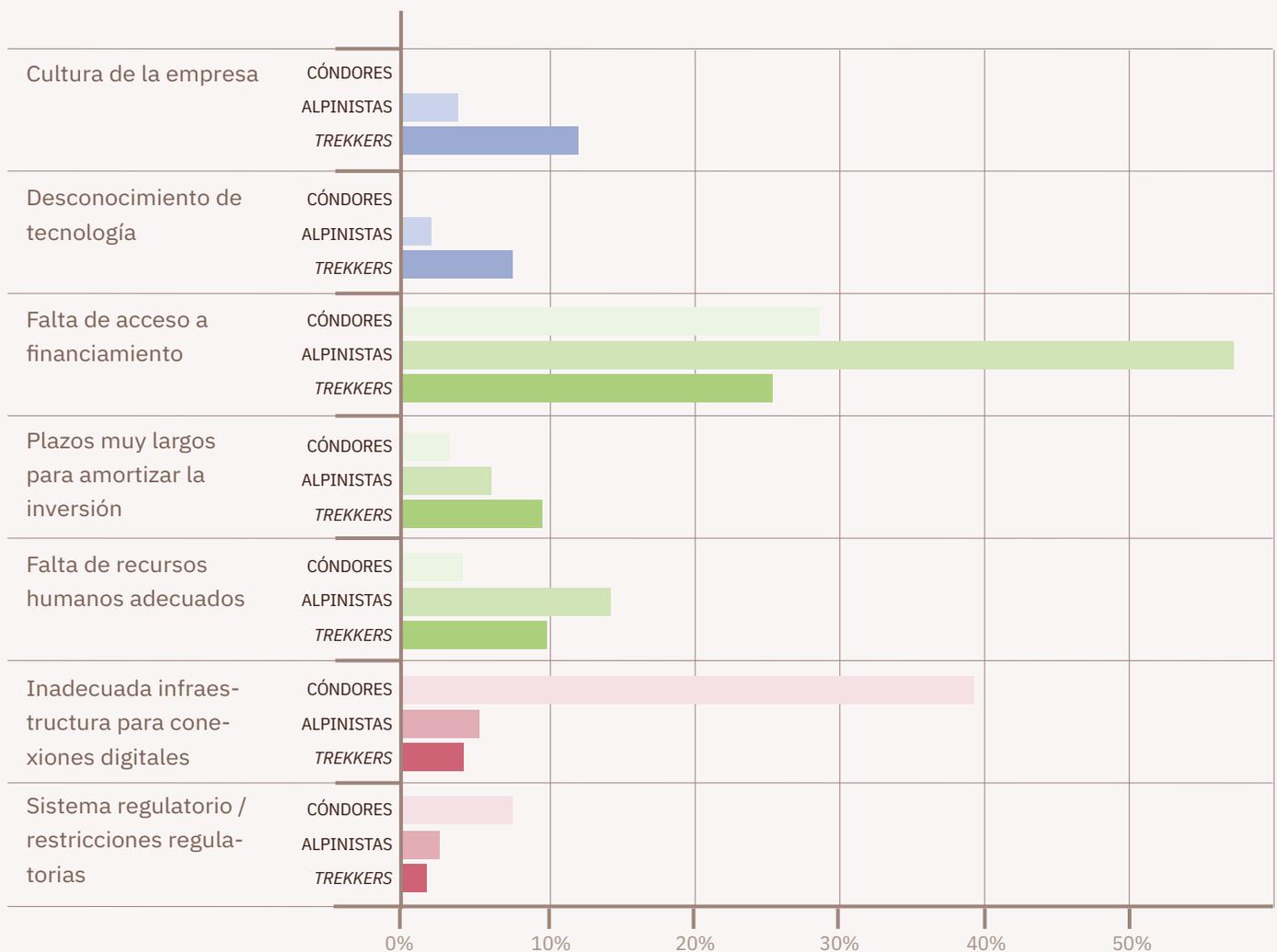
Figura 19
Agrupamiento por ramas industriales



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Encontramos también diferencias entre grupos en cuanto a los obstáculos que impiden a las firmas adoptar nuevas tecnologías. **La Figura 20 presenta los principales obstáculos para la adopción de tecnologías para los tres grupos. El primer mensaje que podemos extraer es que la falta de acceso al financiamiento es un problema central para las firmas de todos de los grupos.** De hecho, aparece como el principal obstáculo para los *Trekkers* y sobre todo para los *Alpinistas*, donde más de la mitad lo señalaron como el principal problema para adoptar tecnologías.

Figura 20
Principales obstáculos para la adopción de tecnologías según grupo
(en porcentajes)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Un aspecto muy importante, sobre todo desde el punto de vista de la política pública, es que la naturaleza de los obstáculos para la adopción tecnológica muestra diferencias relevantes según los grupos. **Ni la cultura de la empresa, ni la falta de información obstaculizan las mejoras tecnológicas en las firmas del grupo de Cóndores. Son, en cambio, factores que podemos llamar estrictamente externos a la firma (en color rosa), como los marcos regulatorios o la inadecuada infraestructura digital, -los cuales no pueden ser subsanados por acciones privadas-, los que figuran como principales obstáculos para el desarrollo de las empresas tecnológicamente más avanzadas.** Si bien la falta de financiamiento es uno de los principales elementos que las obstruye es menos importante para estas firmas que para los Alpinistas. Presumiblemente, siendo las primeras, en promedio, más grandes y exportadoras, no resulta llamativo que puedan conseguir con mayor facilidad financiamiento externo a la firma. Una interpretación similar puede hacerse respecto de la falta de recursos humanos: dada una determinada oferta de trabajo, se encuentran menos racionadas las firmas con mayores capacidades de captarlos; vale decir, aquellas más grandes y más internacionalizadas.

En un polo opuesto, aparecen las firmas del grupo de los *Trekkers*, para las cuales tienen mayor relevancia las barreras que son internas a la firma (en color azul), como la cultura de la empresa y el desconocimiento de la tecnología. Son las firmas de este grupo las que proporcionalmente menos señalan a los factores estrictamente externos, como los marcos regulatorios o la inadecuada infraestructura digital.

Los Alpinistas aparecen, también en este plano, en el “medio”. Son proporcionalmente menos que las del grupo de *Trekkers*, y más que las del grupo de Cóndores, las que señalan a los factores internos a la firma. Son también proporcionalmente menos que las del grupo de Cóndores, y más que las del grupo de *Trekkers*, las que apuntan a los factores estrictamente externos. **Se distinguen por ser las que proporcionalmente se ven más afectadas por factores externos de oferta limitada (en color verde), como el financiamiento y los recursos humanos adecuados, en los que presumiblemente compiten en desventaja con los Cóndores.**



OTROS ASPECTOS ASOCIADOS AL ESTADO DE LOS MONTAÑISTAS

En este apartado presentamos las características de los grupos sobre los que no encontramos relaciones claras. Asimismo, comentamos aquí algunos resultados que, si bien no contribuyen de una forma nítida a la caracterización del estado tecnológico de la industria manufacturera argentina, aportan evidencia de interés.

Un aspecto sobre el cual indagamos fue la posible influencia del control accionario en la capacidad de adopción tecnológica. No encontramos relaciones claras. Este resultado está en gran medida vinculado a la composición de la muestra. En la Figura AI 1 (Anexo I), se nota que más del 90% de las empresas tienen 100% de control accionario nacional. El grupo de Alpinistas es el que mayor control mixto tiene, con apenas 10%. Con esta composición resulta difícil extraer conclusiones respecto a la relación que puede tener el control accionario de una firma con el grupo al que pertenece.

Tampoco encontramos una relación clara entre los grupos y la antigüedad de las empresas. En la Figura AI 2 (Anexo I) pueden notarse dos aspectos: i) la diferencia entre la antigüedad media y mediana de las empresas de cada grupo, lo cual revela la existencia de valores atípicos (*outliers*) en todos los grupos; y ii) el significativo desvío estándar en relación al valor medio -o mediano- de la variable, el cual contribuye a explicar la dificultad de establecer una relación clara entre pertenencia a los grupos y antigüedad de las firmas.

Un tercer elemento que buscamos explorar es la relación entre la adopción de tecnologías y el tipo de clientes que principalmente tiene la empresa: consumidores finales u otras empresas, es decir, si operan B2C (*business to consumer*) o B2B (*business to business*). **En la Figura AI 3 se muestra que a nivel de grupos no encontramos una relación clara entre el porcentaje de empresas que venden principalmente a consumidores finales y el nivel de grupo.** Si bien el grupo de Cóndores exhibe un mayor porcentaje (34%) de empresas que vende principalmente a consumidores finales es el grupo de *Trekkers* quien le sigue, con un 32%, y último queda el grupo de Alpinistas, con un 20%. No obtenemos una explicación razonable a esta evidencia.

Es interesante notar que a medida que nos movemos a grupos tecnológicos más altos, la proporción de empresas que cuenta con proveedores de software argentino aumenta. En la Figura AI 4, queda claro que la mayor diferencia se da entre los grupos de *Trekkers* y Alpinistas, que tienen un 68% y 91% de empresas con proveedores de software argentinos respectivamente. Finalmente, el 93% de las firmas del grupo de Cóndores también cuenta con proveedores nacionales. Sin embargo, es llamativo que el 92% de aquellas empresas del grupo de Cóndores que no cuentan con dichos proveedores buscaría tenerlos para potenciar el desarrollo de su empresa.

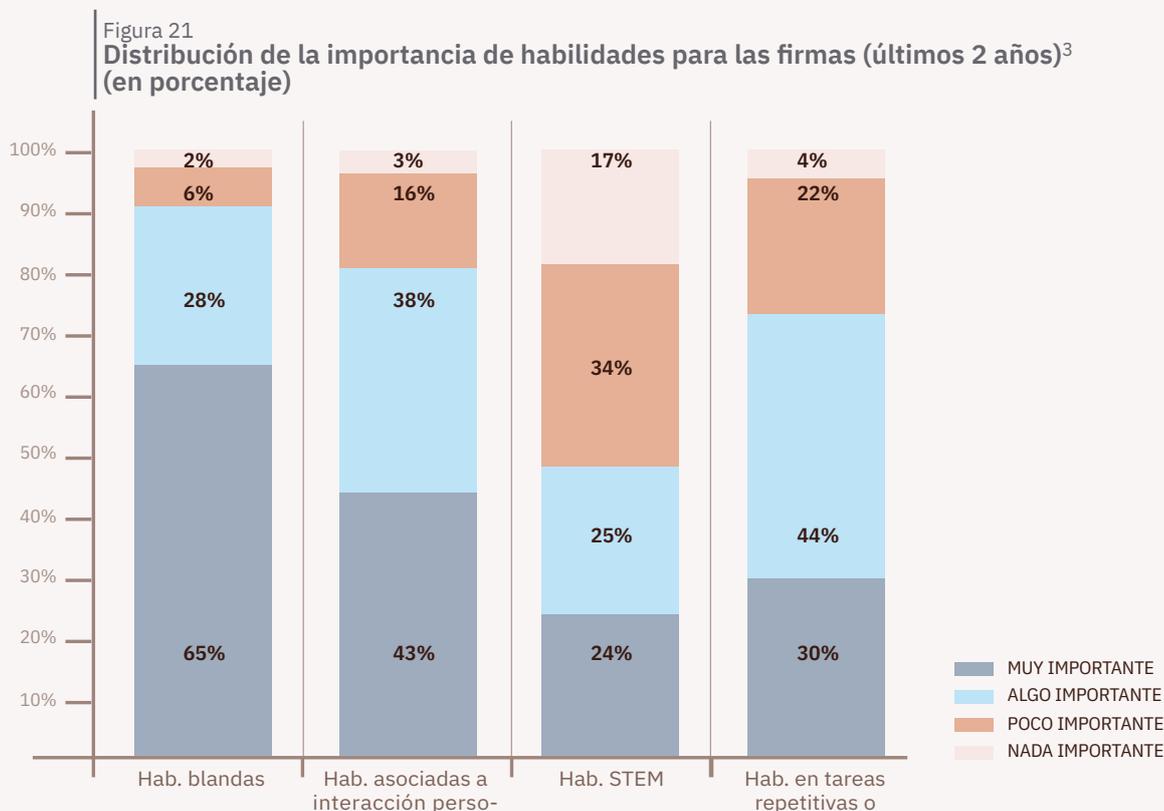
Finalmente, cabe destacar que - en promedio - **el porcentaje de mujeres que posee títulos académicos en ciencias exactas y naturales, tecnología, ingeniería y matemáticas es bajo en todos los grupos tecnológicos (30%). Sólo vemos un porcentaje algo mayor en el grupo de Cóndores, el cual cuenta con un 40% de mujeres con esta calificación (Figura AI 5).**

5.2 HABILIDADES Y EMPLEOS PARA EL ASCENSO

En este bloque analizamos el impacto de la transformación tecnológica en la demanda de empleos y habilidades laborales por parte de la industria argentina. ¿Qué habilidades son y serán más demandadas por las empresas para facilitar la transición hacia una Industria 4.0? ¿En qué medida aumenta la demanda de capacidades y experiencia en el uso de tecnologías digitales? ¿Es inevitable que los procesos de automatización impacten negativamente sobre la dotación de personal? ¿Qué rol deben cumplir las políticas públicas para impulsar una transición inclusiva hacia la automatización en la industria argentina?

HABILIDADES BLANDAS: ESCALANDO

En primer lugar, se destaca el elevado porcentaje de empresas que viene priorizando las habilidades blandas – capacidad para trabajar en equipo, comunicación, flexibilidad, entre otras – para la contratación de personal en los últimos dos años: 65% de las firmas consideran que han sido muy importantes y 93% que han sido muy o algo importantes (Figura 21). Estas habilidades son consistentemente consideradas las más importantes en todos los sectores sin importar el tamaño de la empresa (Anexo II).



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

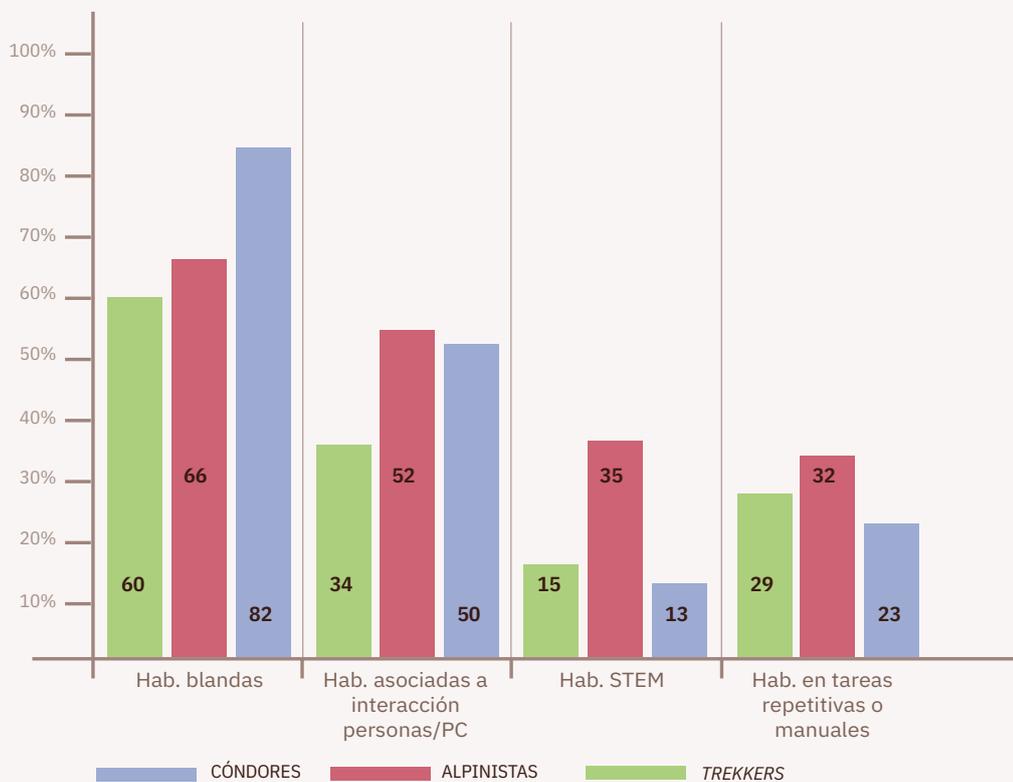
3./ Resultados obtenidos excluyendo las respuestas “No sabe” de la muestra.

La importancia otorgada a las habilidades blandas en la industria argentina, por encima incluso de habilidades tecnológicas y técnicas, es compatible con encuestas recientes en empresas del resto del mundo y con la creciente evidencia de su importancia para los trabajos del futuro (Frey y Osborne, 2017; Amaral et al., 2018; The Economist, 2016; Deloitte, 2018; Economic Times, 2018; entre otros). Estas habilidades generalmente son más difícilmente automatizables, al menos por ahora. Además, la naturaleza disruptiva de los cambios tecnológicos en curso aumenta la importancia de contar con capacidades para adaptarse, colaborar con colegas y pensar en forma creativa sobre nuevos problemas, entre otras habilidades blandas que ayudan a las personas a reaprender ante los cambios en el trabajo.

Las habilidades asociadas a la interacción entre personas-computadoras-conocimiento, al diseño, la adaptación y el uso de nuevas tecnologías también muestran un alto nivel de relevancia para las empresas: 43% las consideró muy importantes en los últimos dos años y 81% las consideró algo o muy importantes.

Tomando en cuenta la tipología de adopción tecnológica –Cándores, Alpinistas y Trekkers–, notamos que las empresas más avanzadas tecnológicamente son las que más importancia otorgan a las habilidades blandas y de interacción personas-computadoras (Figura 22). En particular, 82% de las empresas más avanzadas – Cándores – considera que las habilidades blandas han sido muy importantes para la contratación de personal, contra 60% de

Figura 22
Respuestas “muy importante”, por habilidades y Grupos (últimos 2 años)⁴
(en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

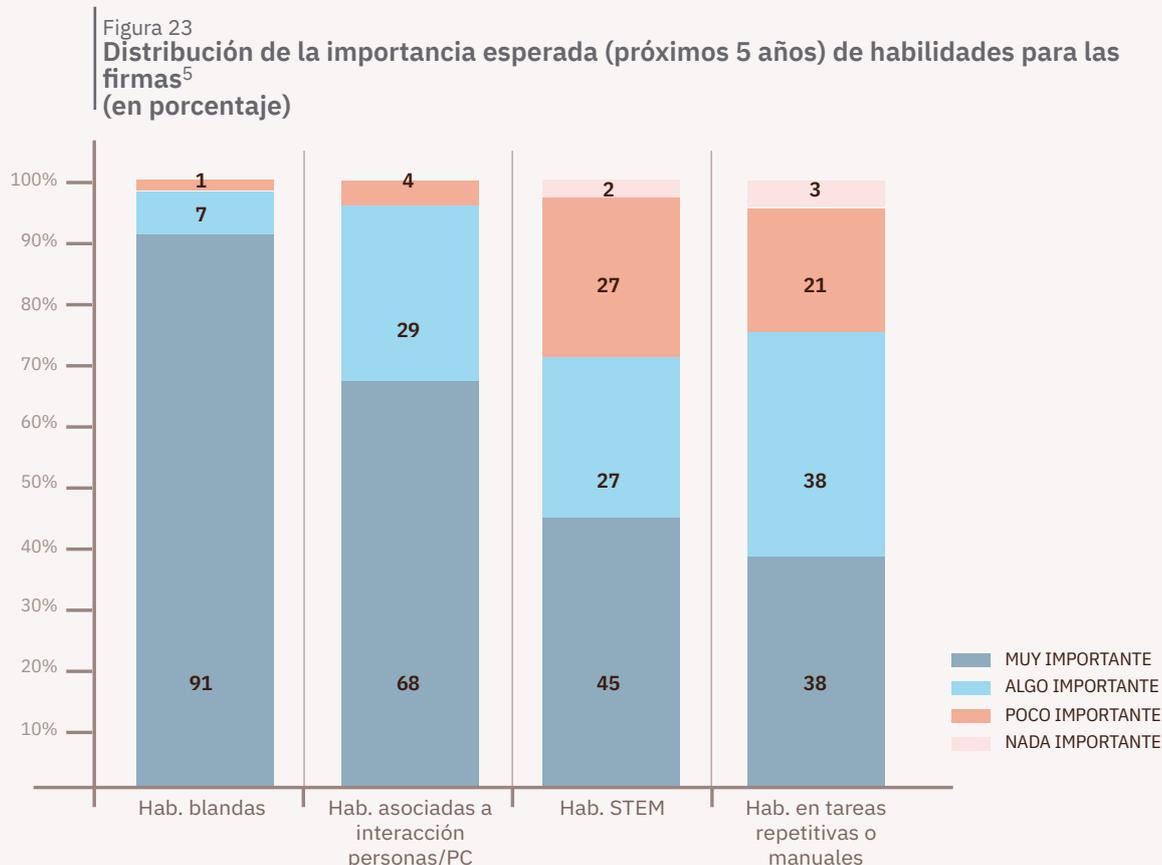
4./ Resultados obtenidos excluyendo las respuestas “No sabe” de la muestra.

las empresas menos avanzadas y dinámicas – *Trekkers*. Asimismo, alrededor de 50% de los Cóndores y Alpinistas privilegiaron las habilidades asociadas a la interacción personas-computadoras, contra 34% de los *Trekkers*; un resultado coherente con el mayor nivel tecnológico y las mayores expectativas de incorporación de nuevas tecnologías en los primeros dos grupos. En habilidades CTIM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, o STEM por sus siglas en inglés) y habilidades en tareas manuales o repetitivas, en cambio, no se ven diferencias claras en base al nivel tecnológico de las firmas.

HABILIDADES REPETITIVAS: DESCENDIENDO

En tanto se acelera el proceso de adopción tecnológica, la demanda de habilidades tiende a trasladarse hacia tareas cuyo contenido repetitivo se reduce en términos relativos, y aumenta la preponderancia de actividades basadas en habilidades de interrelación personal y que requieren más experiencia en la interacción con nuevas tecnologías y conocimientos CTIM.

Curiosamente, las habilidades CTIM han resultado poco relevantes en los últimos años. Tan solo 24% ha expresado que han sido muy importantes para la contratación de personal y menos de la mitad las consideró muy o algo importantes. Esta demanda ha sido especial-



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

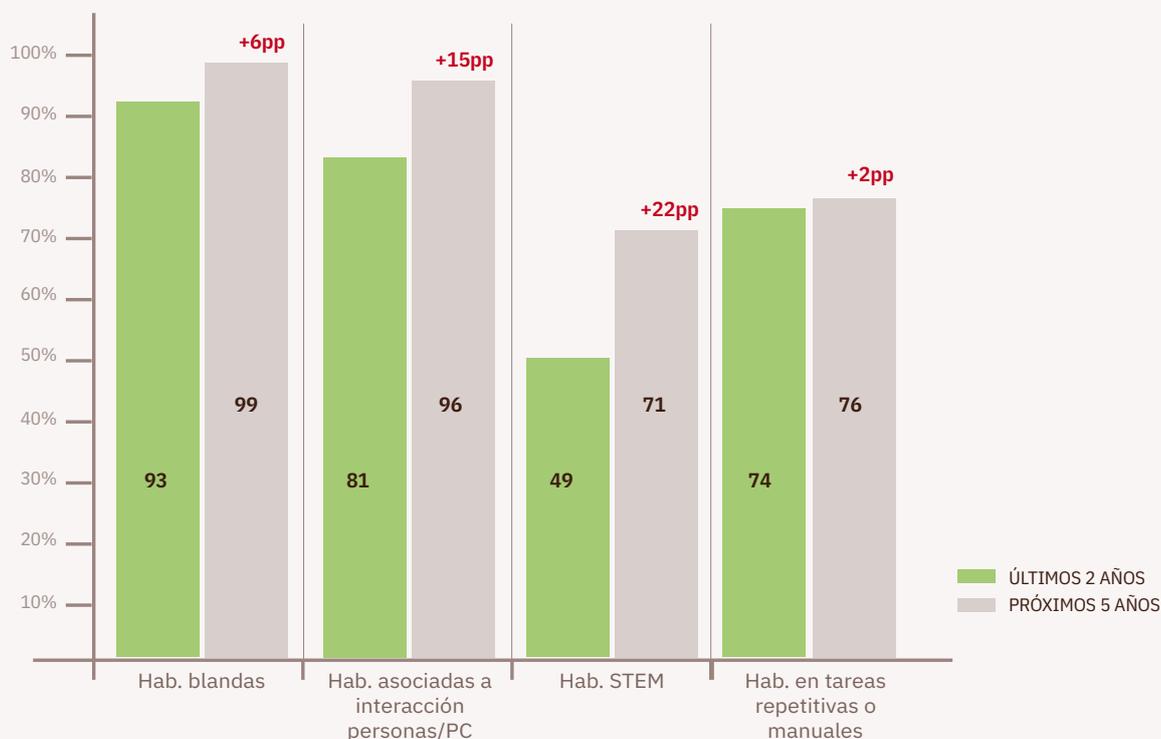
5./ Resultados obtenidos excluyendo las respuestas “No sabe” de la muestra.

mente baja en los sectores Textil y Alimentos procesados, donde la producción tiene generalmente menor contenido tecnológico (Anexo II). Incluso las habilidades en tareas repetitivas o manuales – operaciones de planta, ensamblaje, contabilidad, entre otras – han resultado más relevantes que las CTIM; lo que se condice con una industria que sigue en gran medida utilizando tecnologías mecánicas con escaso grado de automatización.

Considerando la necesidad de habilidades para los próximos cinco años, 91% de las firmas considera que las habilidades blandas serán muy importantes y 99% que serán muy o algo importantes (Figura 23). En forma similar, 68% asegura que las habilidades asociadas a la interacción personas-computadoras serán muy importantes y 96% que serán algo o muy importantes. En otras palabras, casi la totalidad de las firmas esperan que estas habilidades sean relevantes para la contratación de personal en los próximos cinco años.

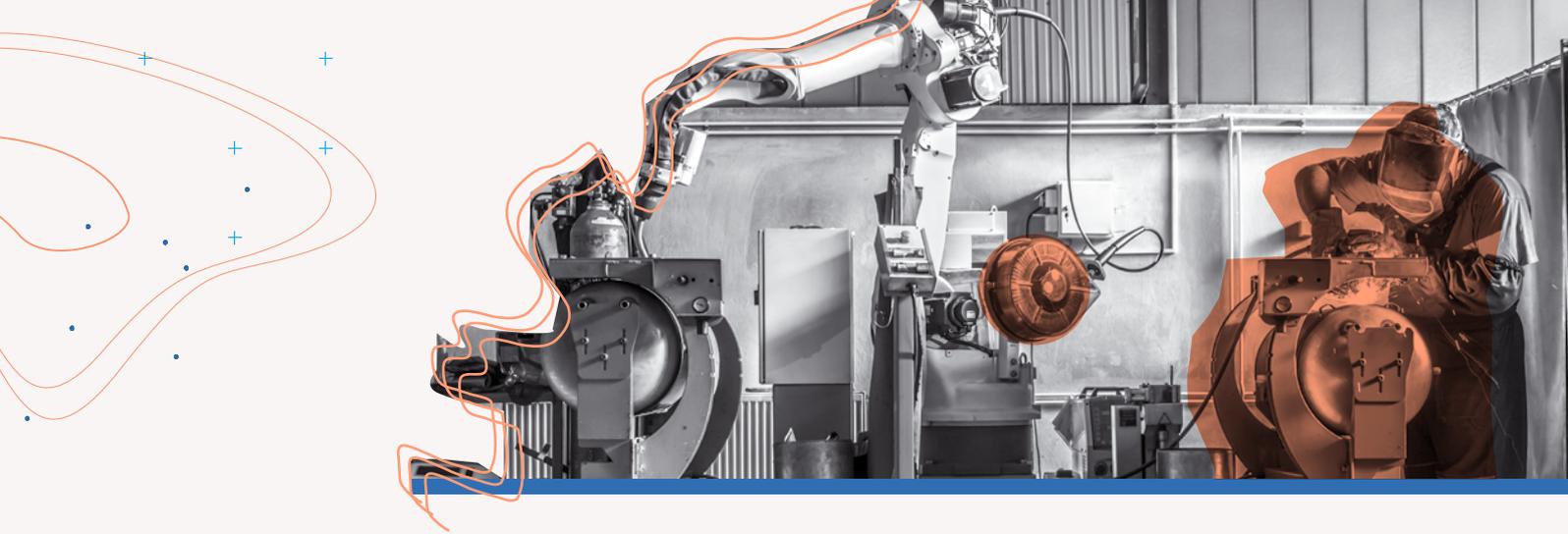
Comparando la demanda esperada de habilidades para los próximos cinco años con la de los últimos dos años, se observa que sólo hubo un incremento del 2 pp de las firmas que consideran importantes las habilidades manuales o repetitivas. En contraste, la importancia relativa de las habilidades CTIM aumentó 22 pp en ese período (Figura 24).

Figura 24
Empresas que contestaron “Muy importante” o “Algo importante” (últimos 2 años y próximos 5 años)⁶ (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

6./ Resultados obtenidos excluyendo las respuestas “No sabe” de la muestra.



A su vez, al analizar la demanda esperada de habilidades CTIM según Grupo de adopción tecnológica, se percibe que mientras que más de 50% de las firmas en los grupos de Cóncores y Alpinistas le otorgan mucha importancia en los próximos cinco años, solo 33% de las empresas del grupo de *Trekkers* lo hacen. Este resultado refuerza la mayor relevancia relativa de las habilidades CTIM para las empresas con tecnologías avanzadas o convergentes.

Es interesante observar además que el incremento en la importancia de las CTIM se da en gran medida entre las empresas exportadoras; 60% de éstas esperan que las habilidades CTIM sean muy importantes en cinco años, contra solo 37% de las que no exportan (Anexo II). Esta diferencia puede estar relacionada con las exigencias adicionales de calidad en los negocios internacionales para los cuales las empresas generalmente deben adaptar sus productos a los requerimientos técnicos del mercado de exportación. Muchas veces esto significa crear sistemas complejos de gestión de calidad, estandarización, pruebas, inspección, certificación y acreditación que demandan mayores conocimientos científicos y técnicos.

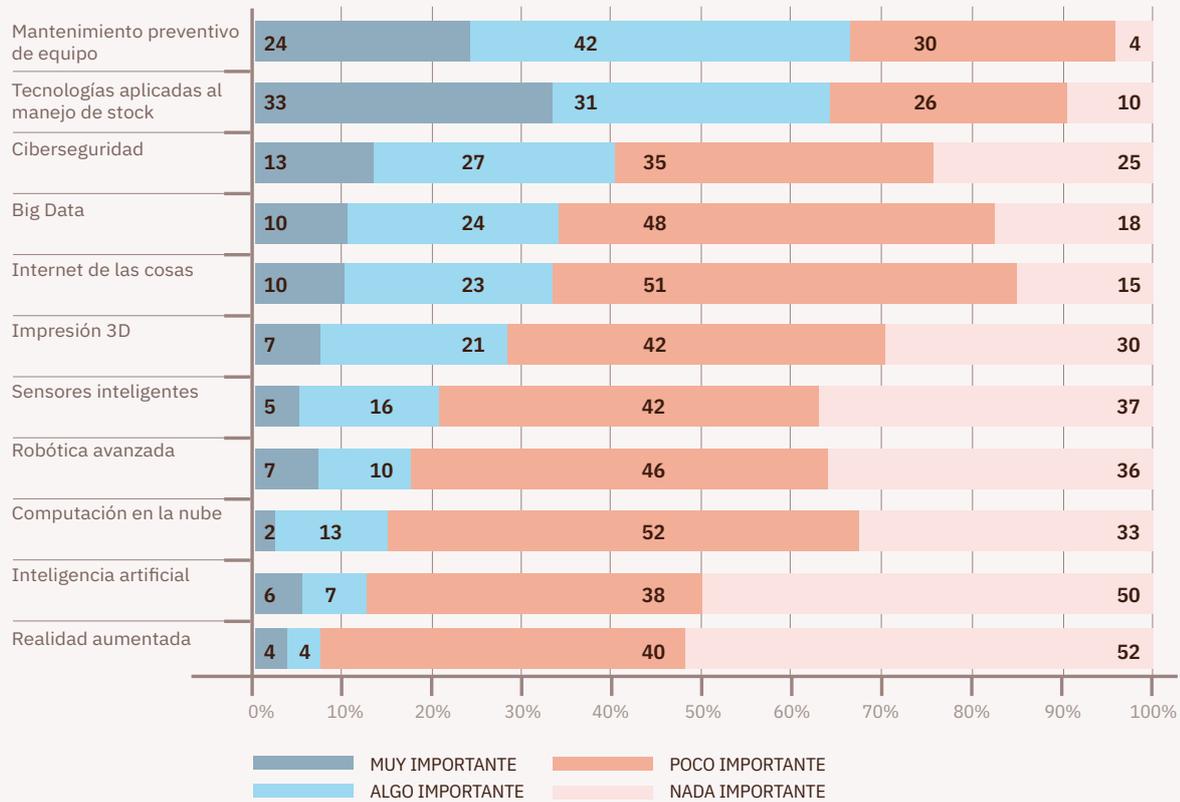
De todas maneras, tanto las habilidades repetitivas o manuales como las habilidades CTIM siguen relegadas en el futuro cercano frente a la importancia otorgada a las habilidades blandas y a la capacidad de interacción con nuevas tecnologías; habilidades difícilmente automatizables donde es esperable que las personas puedan agregar más valor.

HABILIDADES 4.0: AÚN AL PIE DE LA MONTAÑA

Otro aspecto explorado en la encuesta es la importancia que otorgan las firmas a la contratación de empleados con dominio de tecnologías de cuarta generación. **El bajo grado de adopción de tecnologías de tercera y cuarta generación de la industria tiene su correlato en una baja demanda de habilidades tecnológicas en los últimos dos años.** En términos generales, una mayoría de las empresas considera que las tecnologías comúnmente asociadas con la industria 4.0 han sido poco o nada importantes en la contratación de personal hasta el momento (Figura 25).

En particular, tan solo entre 10% y 15% de las firmas consideró muy o algo importantes las habilidades relacionadas a tecnologías como computación en la nube, realidad aumentada o inteligencia artificial en los últimos dos años. La importancia de otras tecnologías de cuarta generación con aplicación más inmediata y evidente a los procesos industriales ha sido mayor, por ejemplo, internet de las cosas, big data, impresión 3D, sensores inteligentes o ciberseguridad, aunque igualmente menos de 15% de las empresas las consideró muy importantes.

Figura 25
Distribución de la importancia del dominio de diferentes tecnologías para las firmas (últimos 2 años)⁷
 (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

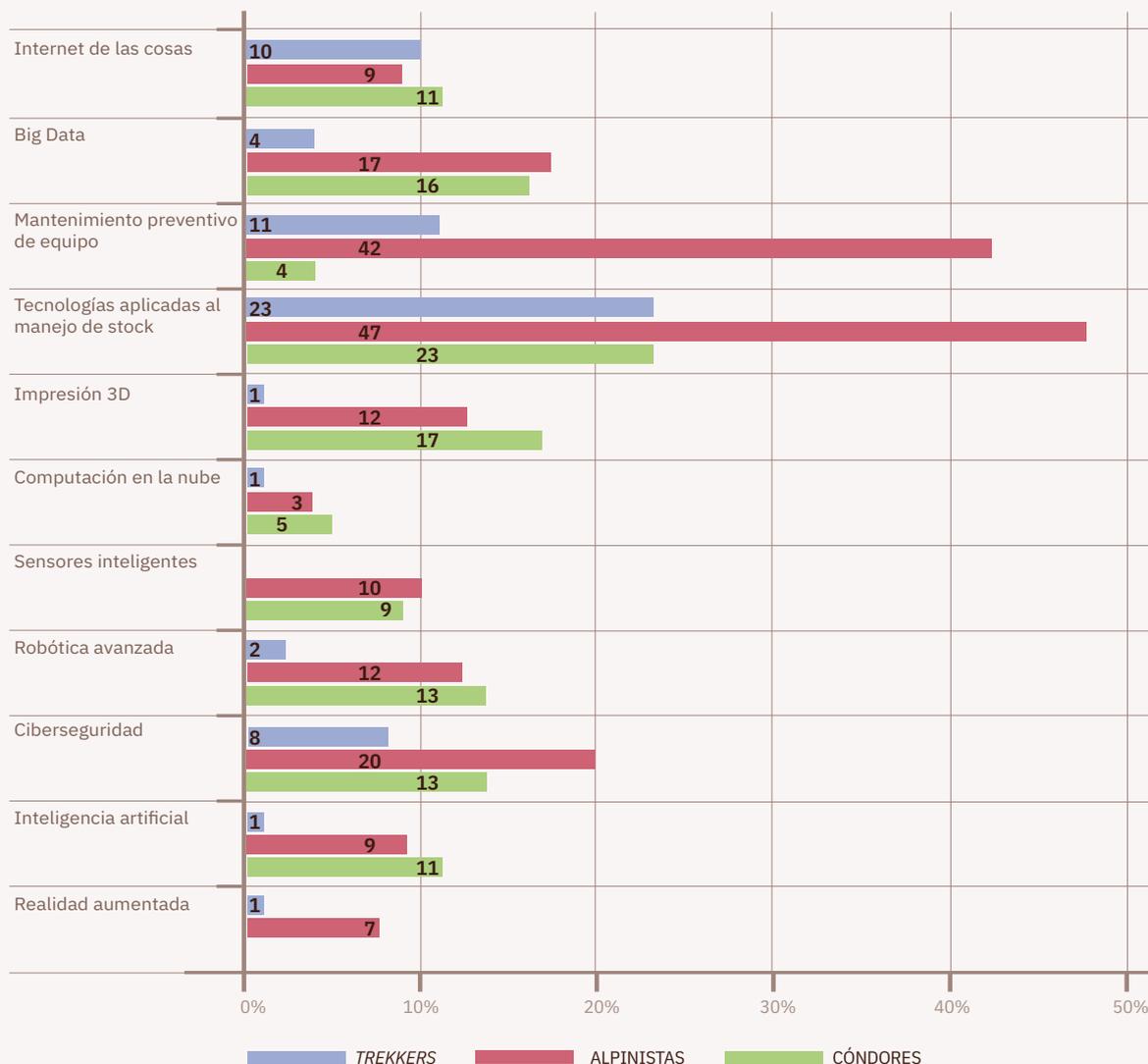
Las habilidades vinculadas a mantenimiento preventivo de equipos y a tecnologías para el manejo de stock y logística son las únicas que reflejan porcentajes mayoritarios de respuestas muy o algo importante. Se trata de las tecnologías más fácilmente aplicables a los procesos industriales tradicionales que, a diferencia de tecnologías como inteligencia artificial, realidad aumentada o computación en la nube, son más accesibles para las empresas locales y no requieren una transformación digital de magnitud en los procesos y negocios de la empresa para ser redituable.

Este patrón de demanda de habilidades se condice con una industria que aún produce en base a tecnologías y modelos de producción de primera y segunda generación, y que aún no ha logrado una transformación hacia sistemas ciber-físicos y modelos de negocios basados en analítica de datos.

7./ Resultados obtenidos excluyendo las respuestas “No sabe” de la muestra.

De hecho, los datos que pueden obtenerse sobre la base del Grupo de adopción tecnológica reflejan, en línea con lo esperable, que los *Trekkers* otorgan menor importancia relativa a las habilidades vinculadas a tecnologías 4.0 en las contrataciones que realizaron en los últimos dos años. La diferencia entre los *Trekkers* y el resto es particularmente notable en algunas de las tecnologías más avanzadas, como big data, impresión 3D, sensores inteligentes, robótica avanzada e inteligencia artificial (Figura 26).

Figura 26
Respuestas “muy importante”, por tecnologías y grupos (últimos 2 años)⁸
 (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

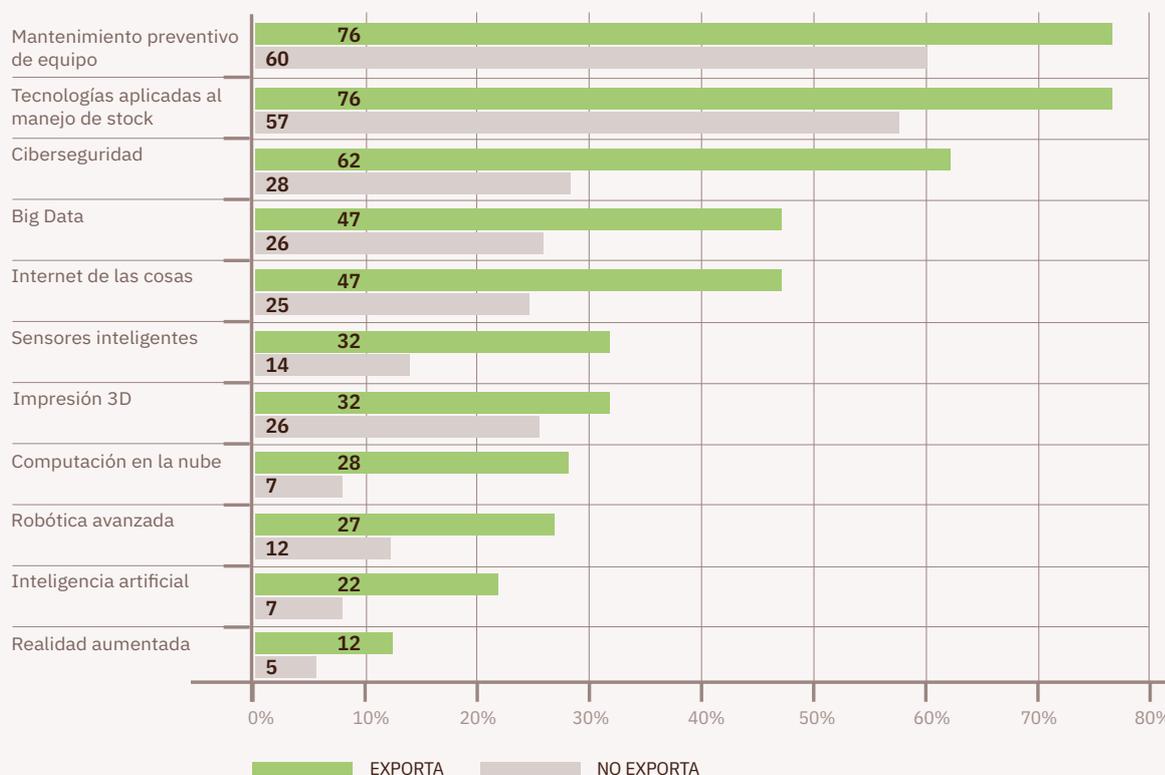
8./ Resultados obtenidos excluyendo las respuestas “No sabe” de la muestra.

En términos sectoriales, Vehículos livianos, piezas y accesorios y Siderurgia y metalmecánica muestran generalmente una mayor demanda de habilidades tecnológicas, en particular otorgan importancia a la impresión 3D, robótica avanzada e inteligencia artificial. En cambio, los sectores Textil y Alimentos procesados reflejan una demanda generalmente baja de habilidades vinculadas con la mayoría de las nuevas tecnologías (Anexo III).

Por otro lado, las empresas exportadoras consideran más importante el conocimiento de nuevas tecnologías para sus contrataciones, en comparación con el resto. Esto resulta compatible con los hallazgos en el bloque anterior respecto al nivel tecnológico generalmente más avanzado de las empresas exportadoras, y se condice con la fuerte interrelación reflejada en la literatura de heterogeneidad de las firmas en comercio entre exportación y adopción tecnológica (De Negri y Turchi, Ed., 2007; Hahn and Park, 2012; Mairesse et al., 2012; Lin y Tang, 2013; Chandan, 2017; entre otros).

La diferencia se da en todas las categorías, pero es mayor para las tecnologías vinculadas al manejo de datos, como computación en la nube, internet de las cosas, big data y ciberseguridad (Figura 27).

Figura 27
Empresas exportadoras y no exportadoras que contestaron “Muy importante” o “Algo importante” (últimos 2 años)⁹ (en porcentaje)



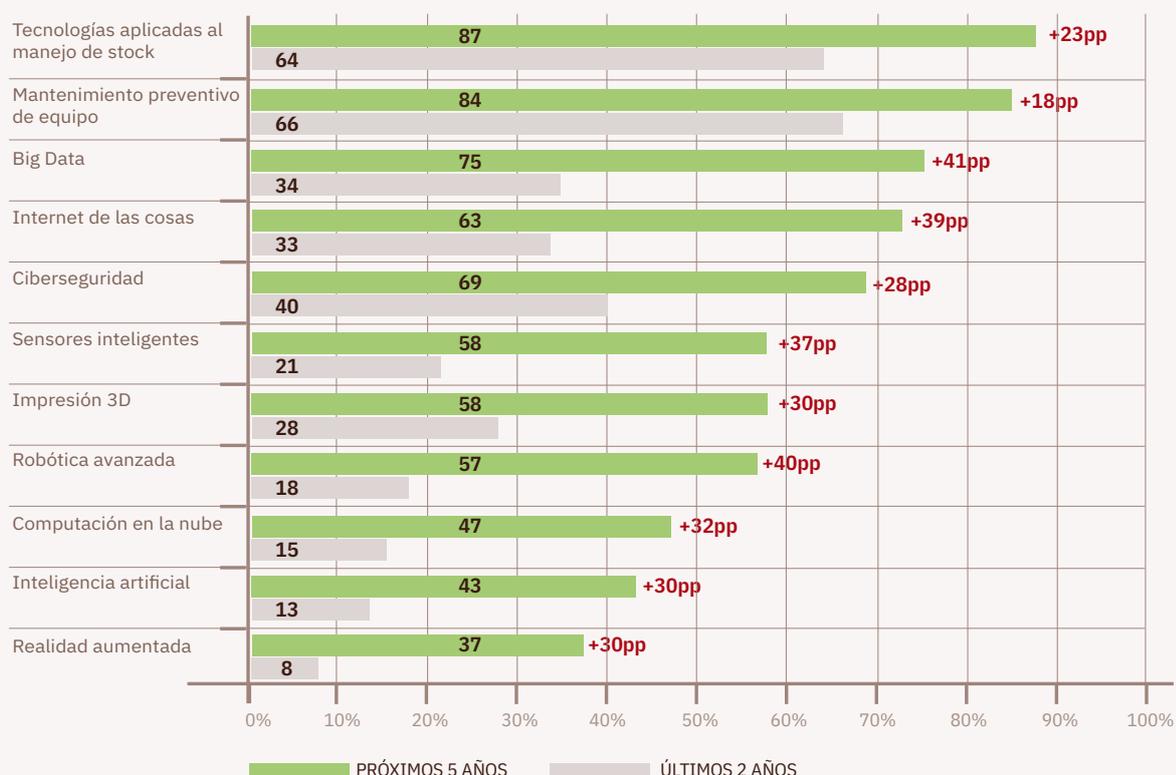
Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

9./ Resultados obtenidos excluyendo las respuestas “No sabe” de la muestra.

Se destaca, en particular, que 62% de las empresas exportadoras otorgan importancia a la ciberseguridad contra solo 28% de las empresas que no exportan. Las exportadoras deben generalmente lidiar con mayor volumen de información, además de tener que cumplir con regulaciones de protección de datos en otros mercados. Pueden al mismo tiempo ser más conscientes del costo de la creciente amenaza a la seguridad de los datos a nivel global.

A futuro, si bien deben ser tomados con cautela, los resultados de prospectiva sugieren que se acentuaría rápidamente la demanda de habilidades en el manejo de tecnologías que hoy se consideran poco importantes. En la Figura 28 se aprecia un pronunciado salto en la demanda para los próximos cinco años, respecto a la demanda en los últimos dos años, en las categorías muy importante y algo importante para todas las tecnologías, especialmente big data, robótica avanzada, internet de las cosas y sensores inteligentes.

Figura 28
Empresas que contestaron “Muy importante” o “Algo importante” (últimos 2 años y próximos 5 años)¹⁰ (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

10./ Resultados obtenidos excluyendo las respuestas “No sabe” de la muestra.



Las habilidades vinculadas a mantenimiento preventivo de equipo y a manejo de stock y logística seguirían siendo las más relevantes con más de 80% de respuestas muy o algo importantes. Adicionalmente, una mayoría de empresas espera que las habilidades relacionadas con el manejo de big data, Internet de las cosas, ciberseguridad, sensores inteligentes, impresión 3D y robótica avanzada sean importantes en los próximos cinco años.

Incluso un sector a priori relativamente más atrasado como la industria textil espera comenzar a demandar con un alto grado de relevancia habilidades relacionadas a la automatización de procesos productivos, como mantenimiento preventivo de equipos (46% de respuestas “muy importante”), tecnologías para el manejo de stock y logística (42%), impresión 3D (31%) y robótica avanzada (25%).

Tecnologías de frontera como realidad aumentada e inteligencia artificial también se volverían más relevantes, especialmente para las empresas exportadoras. De hecho, 58% de las empresas exportadoras evalúa que las habilidades relacionadas con inteligencia artificial serán muy o algo importantes en los próximos cinco años versus 33% de las no exportadoras. Asimismo, 53% de las exportadoras considera que la realidad aumentada será una habilidad importante versus 28% de las no exportadoras.

Estas tendencias siguieren un rápido crecimiento de la demanda de estas habilidades en el corto plazo, que refuerza la urgencia de desarrollar una oferta laboral capacitada en el manejo de tecnologías digitales, para evitar que la falta de recursos humanos identificada en el bloque anterior se convierta en un obstáculo aún mayor para las firmas argentinas en el futuro cercano.

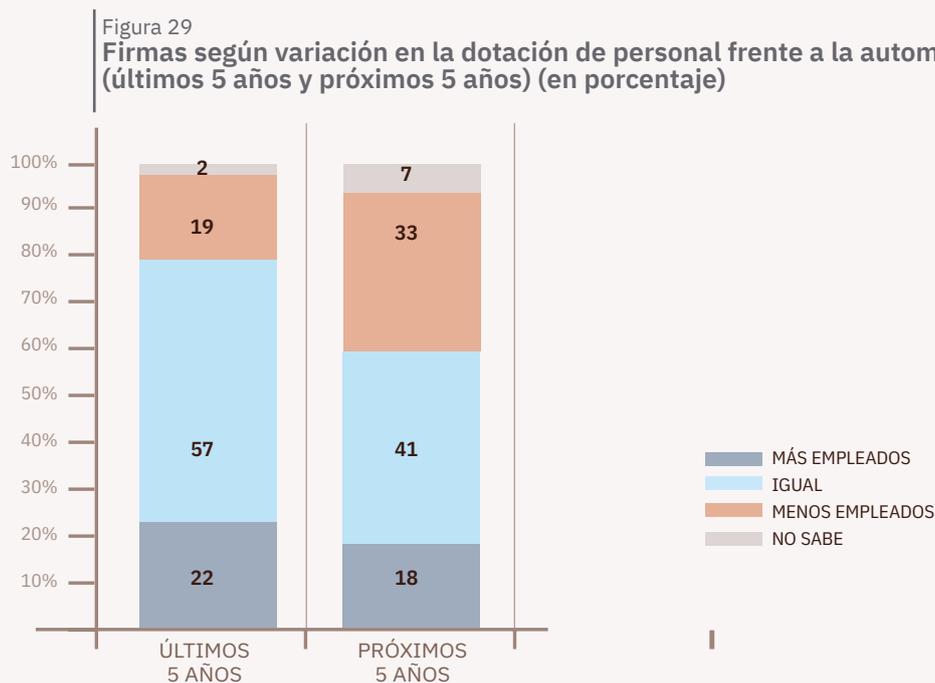
EMPLEO: ESCALANDO EN CONTENIDO COGNITIVO Y RELACIONAL

En los últimos cinco años, las empresas encuestadas reflejan un proceso de automatización con impacto balanceado sobre el empleo (Figura 29). De hecho, son relativamente pocas las empresas que han reducido su dotación de personal frente a la automatización (19%), en comparación con aquellas que aseguran haberla aumentado (22%). Esto puede ser en parte resultado de estrategias empresariales que buscan suavizar el proceso de transformación, automatizando primero procesos centrales para el negocio y postergando otros hasta nuevas expansiones de manera de preservar lo más posible el empleo. A su vez, la mayoría (57%) afirma que la automatización no tuvo impacto en la dotación de empleados de la empresa, lo que puede estar relacionado con el bajo ritmo de transformación tecnológica hasta la fecha.

En los próximos cinco años, sin embargo, las expectativas indican una tendencia diferente. El porcentaje de empresas que no espera cambios en la dotación de personal se reduce a 41%, mientras que 33% espera menos empleados y solo 18% espera más empleados. De esta manera, la aceleración esperada en el ritmo de adopción tecnológica coincidiría con una menor percepción de estabilidad y una expectativa más negativa sobre el impacto de la automatización en la dotación de empleados.



Las pequeñas empresas son las que reflejan mayor pesimismo sobre el futuro, especialmente en los sectores de Alimentos procesados y Textil, donde el porcentaje de empresas que espera reducir su nómina alcanza 40% y 50%, respectivamente. En contraste, las empresas exportadoras tienen expectativas significativamente menos negativas, especialmente en el sector de Maquinaria agrícola donde el porcentaje de empresas que espera un impacto positivo de la automatización sobre la dotación de empleados en los próximos cinco años alcanza 50%.

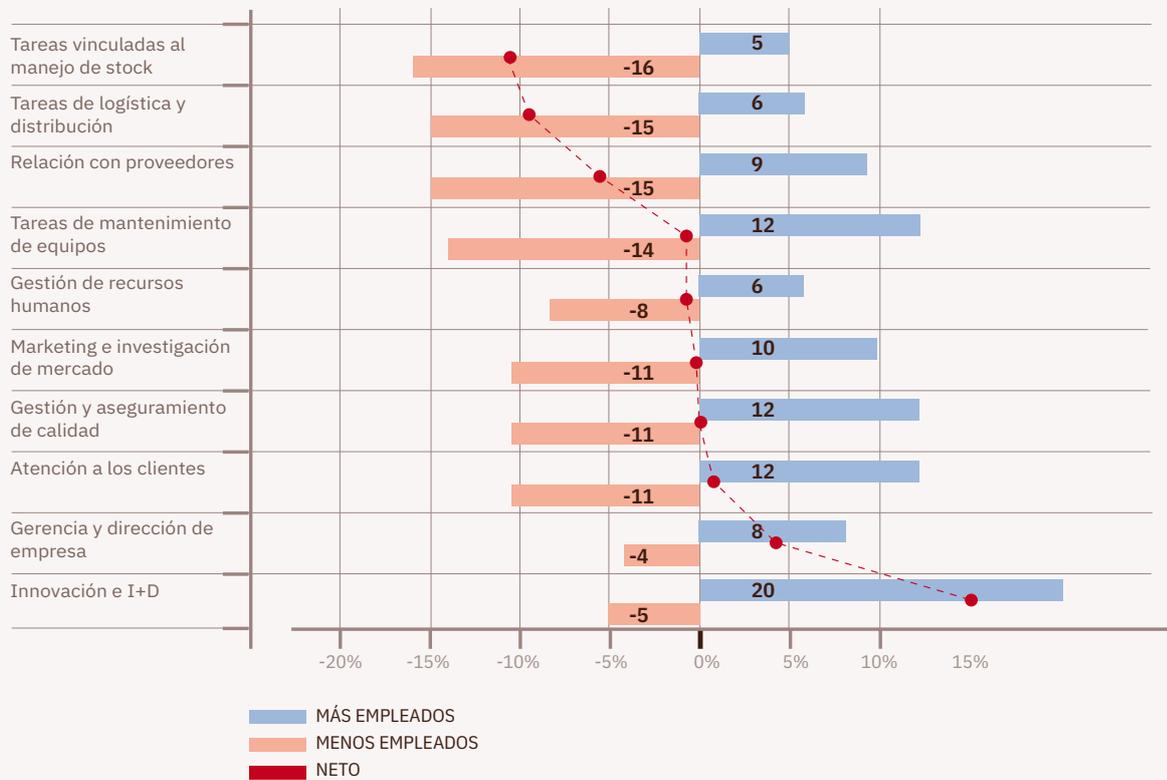


Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

En los últimos cinco años, la incorporación de tecnologías ha tenido un impacto relativamente más negativo sobre el empleo en aquellas tareas más bien repetitivas y con bajo contenido cognitivo, relacionadas a gestión de stock, logística, distribución, relación con proveedores y mantenimiento de equipos. En estas áreas, la cantidad de firmas que redujo personal supera a la cantidad de firmas que aumentó personal (Figura 30).

Estos resultados, en conjunto con la elevada importancia otorgada a las habilidades asociadas a Tecnologías de manejo de stock y logística y Mantenimiento preventivo de equipos en la contratación de empleados, sugieren que hubo una contratación de perfiles capacitados en el uso de estas nuevas tecnologías de automatización que llevó a reducir las horas-hombre necesarias para dichas tareas, especialmente las más repetitivas y con menor contenido cognitivo y relacional.

Figura 30
Firmas donde se crearon o destruyeron empleos frente a la automatización, por área (últimos 5 años) (en porcentaje).



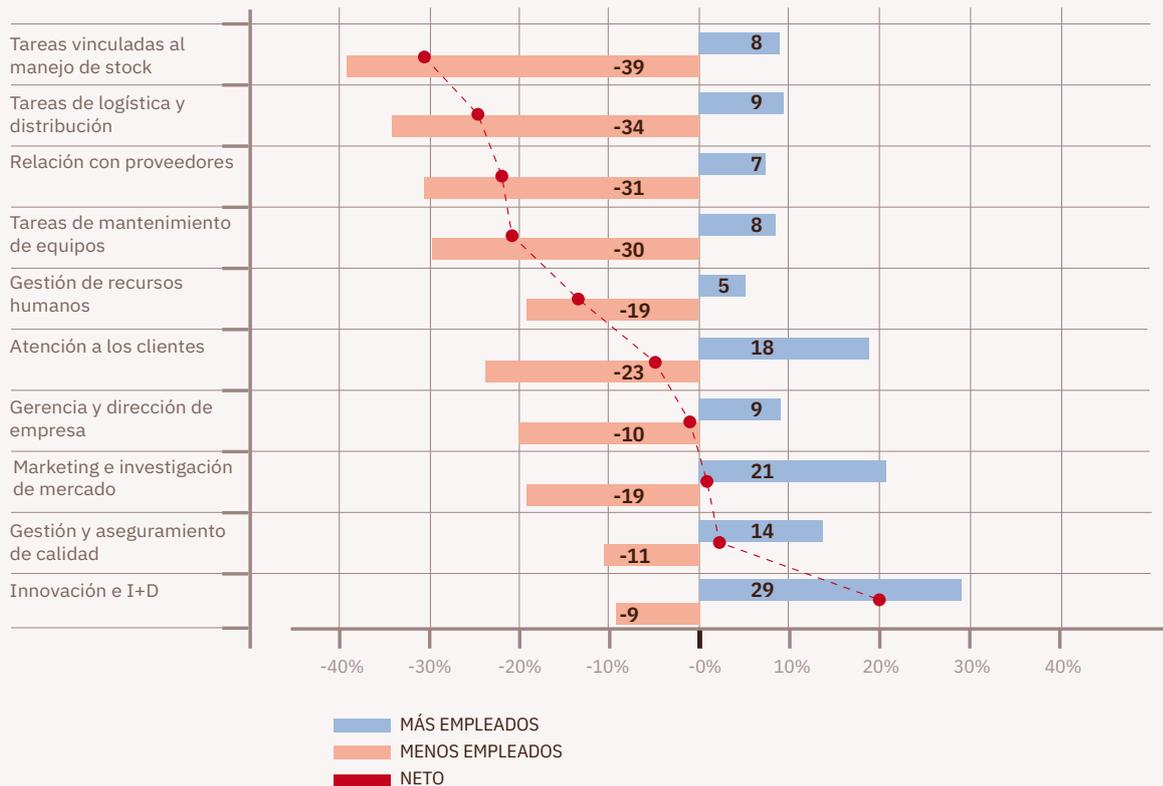
Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

En contraste, en áreas donde el contenido cognitivo, relacional o la importancia del capital social es mayor, el impacto de la automatización ha sido neutro o incluso positivo, con más empresas que han contratado personal que empresas que han destruido empleos. Por ejemplo, 20% de las firmas aumentaron el empleo en el área de desarrollo de producto, innovación e I+D, contra solo 5% que lo redujeron. En menor medida, algo similar sucedió en las áreas de gerencia y dirección de empresa, atención a los clientes y gestión y aseguramiento de calidad.

Estas tendencias se profundizan en las expectativas a futuro, con gran cantidad de empresas que esperan reducir personal en manejo de stock, logística y distribución, relación con proveedores, mantenimiento de equipos y gestión de recursos humanos, frente a una minoría de entre 5% y 9% que espera aumentar personal en dichas áreas (Figura 31).

Nuevamente, se destaca que 29% de las empresas tiene la expectativa de aumentar personal en desarrollo de producto, innovación e I+D, contra solo 9% que lo reduciría. Estas expectativas netamente positivas para el área de desarrollo de producto, innovación e I+D se replican en empresas pequeñas y grandes, exportadoras y no exportadoras y sea cual sea el sector, revelando el objetivo común de la industria de avanzar hacia actividades basadas en conocimiento y hacia el desarrollo interno de capacidades y tecnologías.

Figura 31
Firmas donde se crearán o destruirán empleos frente a la automatización, por área (próximos 5 años) (en porcentaje)



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

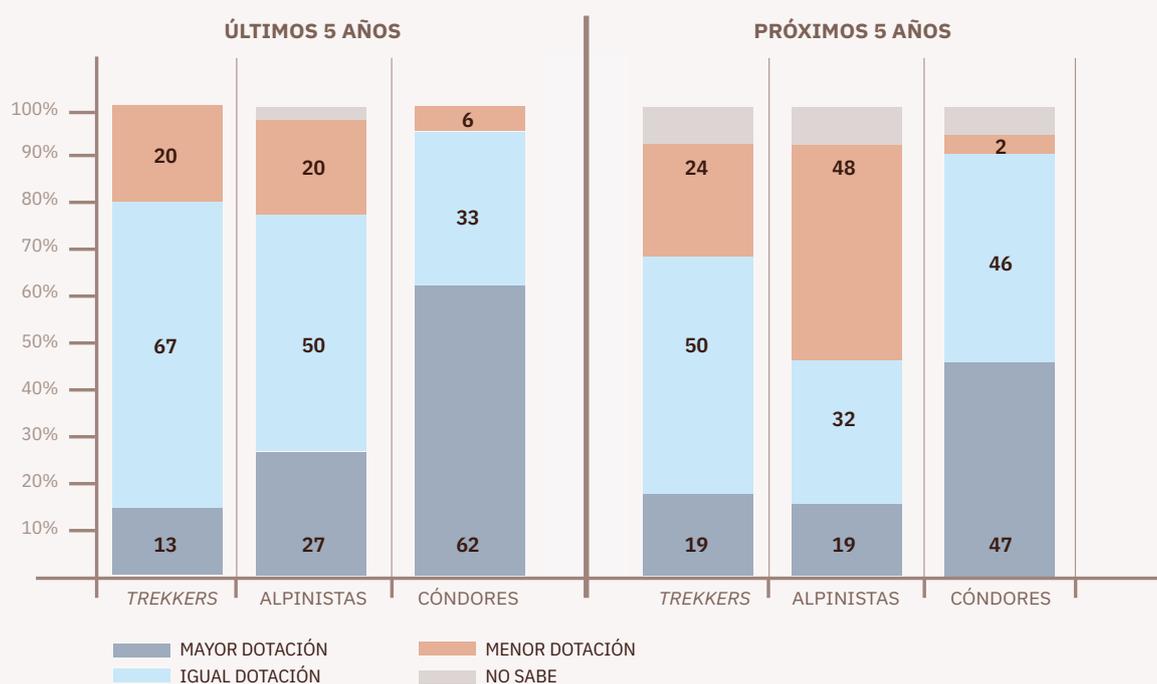
Las empresas también son más optimistas que pesimistas en las áreas de gestión y aseguramiento de calidad y marketing e investigación de mercado, aunque sólo entre las empresas exportadoras. No es sorprendente que estas tareas resulten especialmente relevantes para empresas exportadoras que tienen mayores incentivos para mejorar y adaptar sus productos a estándares de mercados diversos.

En pocas palabras, aunque las expectativas respecto al impacto de la automatización sobre el empleo en el futuro cercano son más bien pesimistas, se destaca un impacto neutro o incluso positivo de la automatización en tareas con elevado contenido cognitivo y donde las habilidades blandas son más importantes. Las empresas con mayor preponderancia de este tipo de tareas podrían tener en este sentido más chances de realizar una transición inclusiva hacia nuevas tecnologías, con creación neta de empleo.

Las empresas tecnológicamente más avanzadas generalmente han aumentado su dotación de personal debido a la automatización: 62% de las empresas del grupo de Cóndores afirma que la automatización ha impactado positivamente en su dotación total de personal en los últimos cinco años, contra solo 6% que refleja un impacto negativo. En el grupo de Alpinistas, el porcentaje de empresas que ha aumentado personal frente a la automatización se reduce significativamente (27%), pero sigue superando al porcentaje de empresas que han reducido personal (20%). En cambio, entre las empresas menos avanzadas y poco dinámicas del grupo de *Trekkers*, son más las que han reducido personal que las que lo han aumentado. **Estos resultados parecen referir un proceso inclusivo de transformación tecnológica en la industria argentina, según el cual a medida que avanza la adopción tecnológica, mejora el impacto sobre el empleo.**

A futuro, sin embargo, aunque los Cóndores también esperan en un alto porcentaje (47%) que la automatización tenga un impacto positivo sobre su dotación de personal, esto contrasta con las expectativas fuertemente negativas de los Alpinistas, donde 48% de las empresas esperan un impacto negativo de la automatización en la cantidad de empleados en los próximos cinco años (Figura 32).

Figura 32
Impacto en la dotación de personal frente a la automatización, por Grupos (últimos 5 años y próximos 5 años).



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

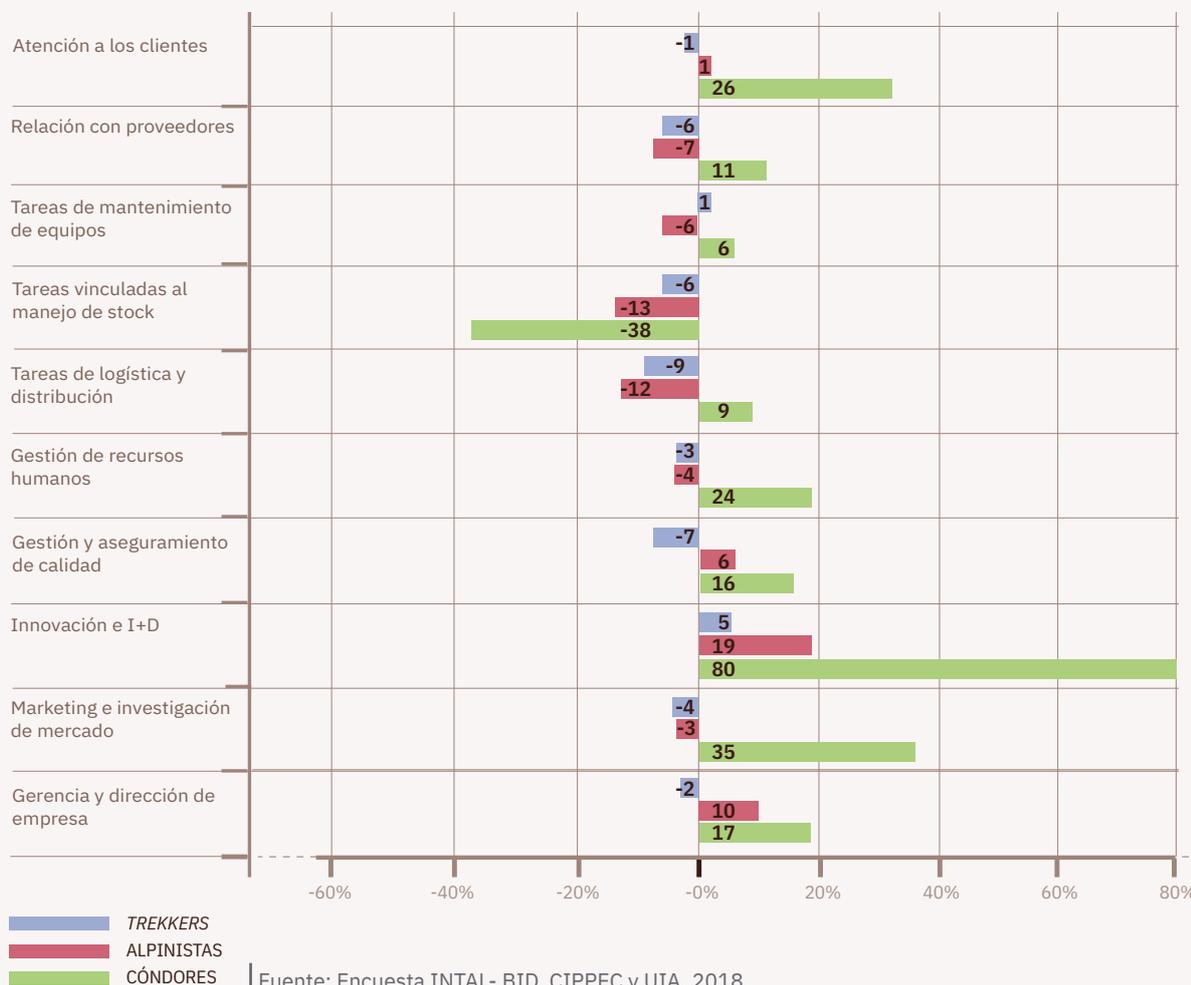
Las expectativas de las empresas con tecnología baja/media pero dinámicas que se encuentran dentro del grupo de Alpinistas son compatibles con un proceso de transformación tecnológica con impacto negativo sobre el empleo, al menos en el corto plazo. Estos resultados, analizados en conjunto con los resultados del grupo de Cóndores, podrían interpretarse como indicio de una relación no lineal entre progreso tecnológico y empleo. Mientras que la automatización tendría un impacto inicial negativo en la dotación total de personal (compatible

con expectativas de los Alpinistas), el aumento posterior en la productividad consecuencia del avance tecnológico aceleraría el desarrollo de la empresa y, por lo tanto, impactaría positivamente en la contratación (compatible con expectativas de los Cóndores).

El grupo de *Trekkers*, en cambio, comprendido por empresas que no esperan mayores cambios tecnológicos a futuro, refleja un escenario consecuente de relativa estabilidad, con 50% de empresas que no avizoran cambios en el empleo debido a la automatización en los próximos cinco años.

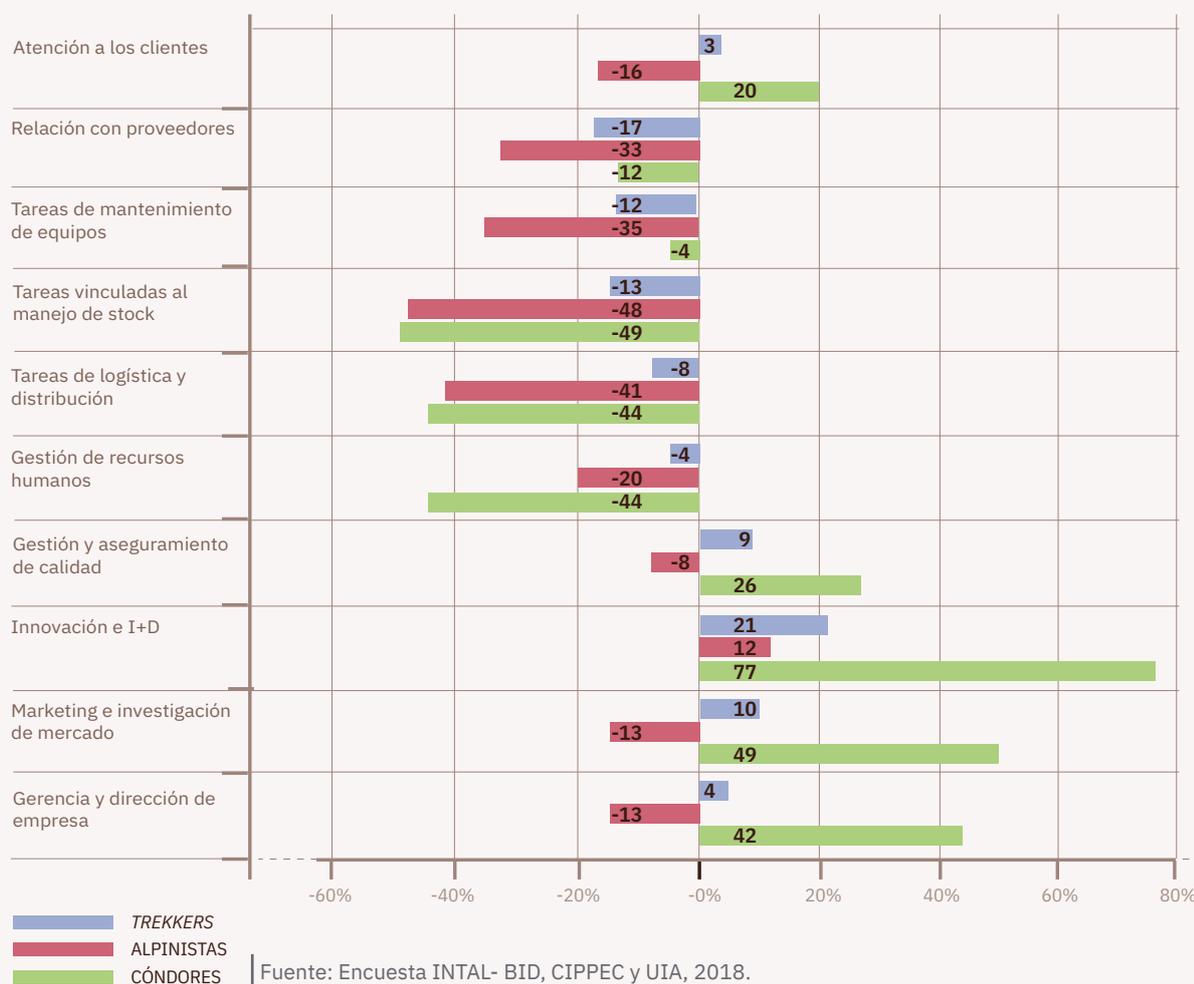
Dada la naturaleza incipiente del proceso, es difícil sacar conclusiones respecto al impacto del progreso tecnológico en el empleo. En todo caso, la percepción mayormente positiva del impacto de la automatización sobre la contratación entre los Cóndores se replica en casi todas las áreas de la empresa, aunque con mayor relevancia en áreas donde el contenido cognitivo, relacional o la importancia del capital social es mayor, como desarrollo de producto, innovación e I+D, marketing e investigación de mercado y atención a los clientes (Figura 33). Se destaca en particular que 82% de los Cóndores refirió un impacto positivo de la automatización en la cantidad de personal en desarrollo de producto, innovación e I+D en los últimos cinco años, contra solo 2% que refirió un impacto negativo (neto de 80%).

Figura 33
Diferencia entre el porcentaje de empresas que aumentó su dotación de personal y el porcentaje que la redujo, por área y grupos (últimos 5 años)



A futuro, nuevamente las expectativas positivas entre los Cóndores se concentran en tareas intensivas en conocimiento y habilidades blandas, como desarrollo de producto, innovación e I+D, marketing e investigación de mercado, gestión y aseguramiento de calidad, gerencia y dirección de empresa y atención a los clientes (Figura 34). **En contraste, las empresas del grupo de Cóndores están entre las que más esperan un mayor impacto negativo de la automatización en el empleo en tareas más repetitivas y fácilmente automatizables, como manejo de stocks, logística y distribución, y en la gestión de recursos humanos.** Esta última es un área que resulta difícil de catalogar, ya que incluye tareas con elevado riesgo de automatización, como liquidación de sueldos, pero también tareas complejas y estratégicas, como capacitación y diseño de planes de contratación.

Figura 34
Diferencia entre el porcentaje de empresas que aumentó su dotación de personal y el porcentaje que la redujo, por área y grupos (próximos 5 años) (en porcentaje)



Resulta interesante que el área de desarrollo de producto, innovación e I+D es la única donde los tres grupos asocian la automatización con una incidencia más positiva que negativa en el empleo, tanto al evaluar los últimos cinco años como los próximos cinco.

ALGUNOS FACTORES DETERMINANTES DE UNA TRAVESÍA TECNOLÓGICA INCLUSIVA

Como hemos visto, los datos de la encuesta sugieren que existe la posibilidad de una transformación tecnológica inclusiva, con creación de empleo capacitado y modelos de negocios con mayor grado de I+D interno. Por supuesto, la capacidad de una firma para involucrarse en este tipo de dinámicas dependerá de un conjunto de factores, tanto externos como internos a la empresa, que no siempre están presentes.

A continuación, mediante la aplicación de una regresión logística o *logit*, analizamos brevemente algunos factores que aumentan la probabilidad de que una empresa haya realizado una transición inclusiva hacia la automatización.

La variable dependiente EmpleoSi adquiere el valor 1 en caso de que la empresa considere que la automatización ha tenido un impacto positivo en la dotación de personal en los últimos cinco años, y adquiere el valor 0 en caso contrario. Entre las variables independientes del modelo incluimos algunas características de las empresas en la muestra como el tamaño (variable Tamaño¹¹), la antigüedad (variable Generación¹²) y el hecho de vender mayoritariamente por el canal *Business-to-business* (variable B2B¹³). Entre los factores que más nos interesa analizar incluimos el estado de adopción tecnológica de la empresa, en base a su pertenencia a uno de los tres Grupos identificados anteriormente (variable Grupos¹⁴), la capacidad de innovación de la empresa (variable Innova¹⁵), y si la empresa exporta o no (variable Exporta¹⁶). El modelo incluye variables *dummy* o binarias para cada sector con el objetivo de aislar características sectoriales y, por lo tanto, identificar determinantes comunes a todas las empresas.

La Tabla 1 refleja el efecto marginal de un incremento en la variable explicativa sobre la probabilidad de considerar que la automatización ha tenido un impacto positivo en la dotación de personal en los últimos cinco años.

Tabla 1
Efectos marginales después de modelo logit 1

y=Pr(EmpleoSi) (predict)

	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	Signif
Tamaño	0,0159	0,0368	0,43	0,666	
Generación	0,0649	0,0355	1,83	0,068	*
B2B	0,1699	0,0496	3,43	0,001	***
Grupos	0,1295	0,0446	2,90	0,004	***
Exporta	0,1427	0,0532	2,68	0,007	***
Innova	0,0944	0,0351	2,69	0,007	***

Código de Significatividad: (*) 10%; (**) 5%; (***) 1%

Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

11./ Variable adquiere el valor 1 en caso de empresa pequeña, 2 en caso de empresa mediana y 3 en caso de empresa grande.

12./ Variable adquiere el valor 1 si la empresa fue fundada antes de 1990, 2 si fue fundada entre 1990 y 2003 y 3 si fue fundada a partir de 2004.

13./ Variable binaria igual a 0 si principal canal de venta es B2C y 1 si canal es B2B.

14./ La variable Grupos está invertida: el Grupo 1 incluye a las empresas menos avanzadas y menos dinámicas (Trekks), mientras que el Grupo 3 es el de las empresas más avanzadas y más dinámicas (Cóncores).

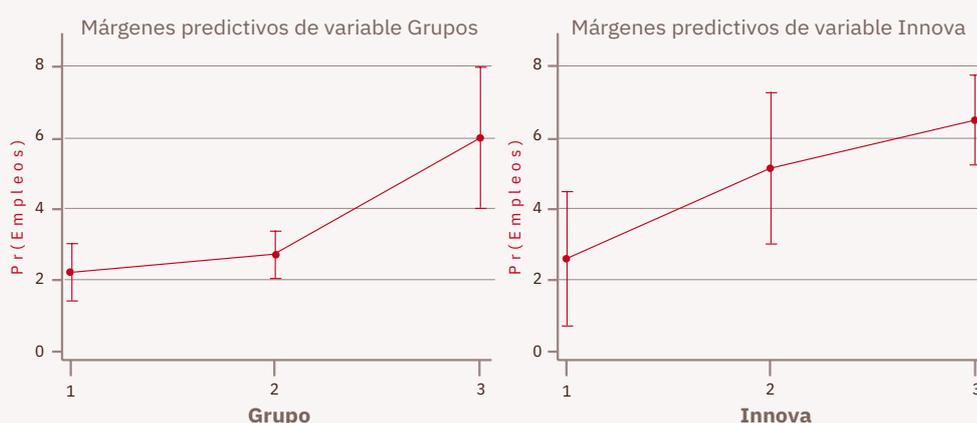
15./ Variable adquiere el valor 1 si la empresa introdujo un producto nuevo o mejoró de forma significativa un producto que ya vendía en los últimos tres años (innovación de producto), o implementó un nuevo proceso productivo o mejoró de forma significativa un proceso ya existente en los últimos 3 años (innovación de proceso); 2 si realizó tanto innovación de producto como innovación de proceso en los últimos 3 años, y 0 si no innovó en ninguno de los dos aspectos.

16./ Variable binaria igual a 1 si la empresa exporta y 0 si no exporta.

Mientras que el tamaño de las firmas no parece incidir, las demás variables impactan en forma positiva y significativa. Las empresas más jóvenes, las que venden principalmente por el canal *B2B*, las más avanzadas tecnológicamente, las que exportan y las que innovan tienen más chances de haber realizado una transición inclusiva hacia la automatización, con creación de empleo en los últimos cinco años.

En particular, una empresa que exporta tiene una probabilidad 14 puntos porcentuales mayor de haber contratado empleados frente a la automatización que una que no exporta. Se ven diferencias significativas y de similar magnitud en el caso de la innovación y la adopción tecnológica (Figura 35).

Figura 35
Márgenes predictivos de variables Grupos¹⁷ e Innova, con intervalos de confianza del 95%



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Asimismo, resulta interesante desdoblar la variable Grupos en sus dos componentes principales, el nivel actual de adopción tecnológica (variable *Indice_adop*) y el dinamismo en la adopción tecnológica (variable *Indice_dina*). Este último no sólo refleja la expectativa de adopción futura de tecnología de la empresa sino también si están llevando a cabo acciones concretas para lograr ese cambio.

Notamos que tanto el nivel actual como el aspecto dinámico de adopción tecnológica de las firmas impactan en forma significativa y positiva sobre la probabilidad de una automatización inclusiva, con creación de empleo (Tabla 2). Así, **las empresas con mayor expectativa de adopción de tecnologías a futuro y que están implementando acciones concretas en este sentido tienen más probabilidades de haber contratado empleados producto de la automatización en los últimos cinco años.**

17./ La variable Grupos está invertida: el Grupo 1 incluye a las empresas menos avanzadas y menos dinámicas (*Trekkers*), mientras que el Grupo 3 es el de las empresas más avanzadas y más dinámicas (*Cóndores*).



Tabla 2
Efectos marginales después de modelo logit 2

y=Pr(EmpleoSi) (predict)

	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	Signif
Tamaño	-0,0017	0,0384	-0,04	0,965	
Generación	0,0723	0,0364	1,98	0,047	**
B2B	0,1785	0,0491	3,63	0,000	***
Indice_adop	0,0195	0,0103	1,90	0,057	*
Indice_dina	0,4942	0,1670	2,96	0,003	***
Exporta	0,1197	0,0542	2,21	0,027	**
Innova	0,0770	0,0359	2,14	0,032	**

Código de Significatividad: (*) 10%; (**) 5%; (***) 1%

Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

En forma similar, al incluir una variable que toma en cuenta las inversiones que está llevando adelante la empresa pensando en la transformación tecnológica (variable Inversión¹⁸), ésta resulta fuertemente significativa. **En otras palabras, las empresas que más se preparan e invierten en la transformación tecnológica, sea cual sea su sector, su tamaño, su antigüedad, su nivel tecnológico o su capacidad de innovación, tienen más chances de estar realizando una transición inclusiva hacia la automatización, con creación de empleo (Tabla 3).** En particular, al incluir una variable por cada tipo de inversión, la inversión en I+D e innovación es la que más incide positivamente sobre el empleo, lo que es consistente con una interrelación positiva entre inversión en I+D y empleo en parte de la literatura económica (Bogliacino y Vivarelli, 2014; Piva y Vivarelli, 2018; entre otros).

Tabla 3
Efectos marginales después de modelo logit 3

y=Pr(EmpleoSi) (predict)

	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	Signif
Tamaño	-0,0111	0,0361	-0,31	0,759	
Generación	0,0710	0,0350	2,03	0,042	**
B2B	0,1556	0,0471	3,30	0,001	***
Indice_adop	0,0067	0,0100	0,68	0,499	
Indice_dina	0,3716	0,1581	2,35	0,019	**
Exporta	0,1041	0,0516	2,02	0,044	**
Innova	0,0368	0,0358	1,03	0,304	
Inversión	0,0213	0,0053	4,02	0,000	***

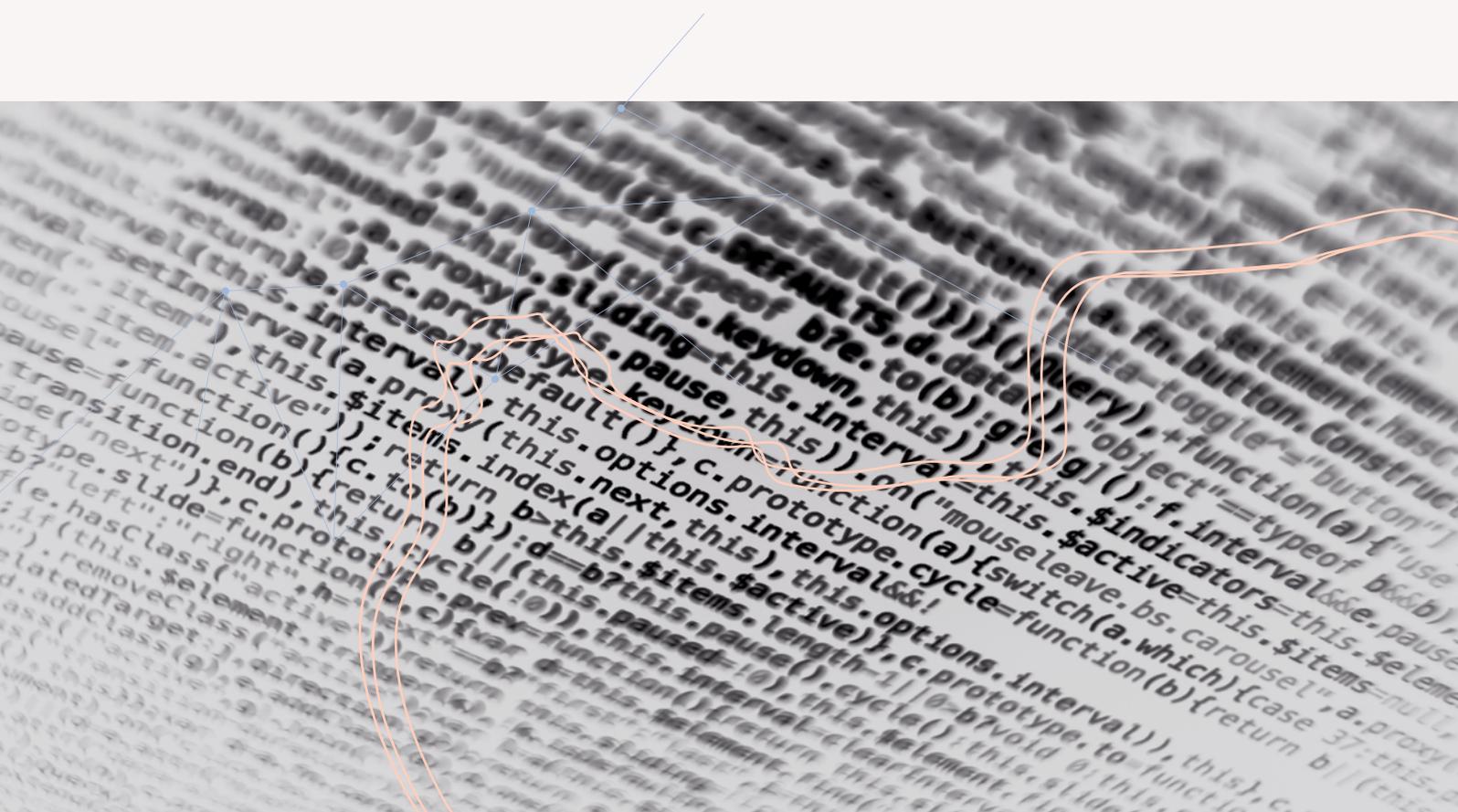
Código de Significatividad: (*) 10%; (**) 5%; (***) 1%

Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

18./ Inversión es la suma de las respuestas a las distintas opciones a la pregunta 16. Mientras más alto el valor de la variable Inversión, más cantidad de inversiones y más avanzados los planes de inversión en cada área.

Este breve análisis sugiere un rol relevante para las políticas públicas en la promoción de una automatización inclusiva en las empresas industriales argentinas. Políticas que promuevan la innovación y la exportación y que asistan a las empresas en la implementación de planes de acción e inversión que faciliten la transformación tecnológica no solo resultarían en una economía más moderna, productiva e integrada al mundo, sino potencialmente también más inclusiva.

Este tipo de políticas tiene que ser complementado por un conjunto variado de instrumentos entre los que se destacan los orientados a la readaptación de habilidades de los trabajadores presentes y futuros. La razón es sencilla: se necesita de habilidades específicas para disparar procesos de innovación o búsqueda de mercados externos y bien puede ser que no exista la cantidad suficiente de talento para que todas las firmas puedan hacer la transformación productiva inclusiva. Un estudio reciente que sigue la metodología de Frey y Osborne (2017) estima para el caso argentino que apenas el 16% de los trabajadores tiene las habilidades que complementan a las nuevas tecnologías, mientras que en Estados Unidos ese porcentaje llega al 33% (Albrieu et al., 2018). Si no se trabaja para generar el contexto que facilite el cambio tecnológico y la readaptación de habilidades, la irrupción de las nuevas tecnologías no podrá ser aprovechada.



6

PROPUESTAS PARA EL ASCENSO: PALANCAS Y POLEAS EN EL SECTOR PÚBLICO Y EN EL SECTOR PRIVADO

La travesía hacia la Industria 4.0 recién ha comenzado. Uno de los principales resultados que refleja este estudio es que, pese a la densidad del entramado industrial argentino, existe un alto porcentaje de firmas que aun se encuentra lejos del paradigma 4.0 e incluso, muchas de ellas todavía se encuentran inactivas en este sentido.

Estos resultados coinciden cualitativamente con las conclusiones que surgen de un estudio comparable realizado en Brasil (CNI, 2018). En ambas investigaciones se comprueba que las tecnologías 4.0 son aún de uso marginal, que existe un porcentaje ampliamente mayoritario de firmas empleando tecnologías de primera y segunda generación y que son proporcionalmente pocas las empresas que se encuentran tomando acciones concretas para escalar a la cima 4.0. En el caso de Argentina, este bajo grado de adopción de tecnologías 4.0 tiene su correlato en una baja demanda de habilidades tecnológicas por parte de la industria en el pasado reciente.

Nuestro estudio da cuenta, a su vez, de un ecosistema empresarial en forma de pirámide o montaña. Existe un primer grupo de empresas tecnológicamente avanzadas —los Cóndores— ubicado en la cima de la montaña y compuesto por apenas el 6% de las empresas de la muestra.

La amplia mayoría las empresas que lo componen son medianas y grandes, exportadoras e invierten significativamente más que el resto en su desarrollo tecnológico, sobre todo al contratar empresas de servicios especializadas en tecnologías digitales. La principal traba para la adopción de nuevas tecnologías radica en la falta de una infraestructura digital adecuada, incluso por encima de la falta de financiamiento. **Además, los Cóndores otorgan generalmente mayor importancia en su demanda de personal a las habilidades blandas, de interacción personas-computadoras y al conocimiento de tecnologías 4.0.** Sugestivamente, también han sido empresas que, en su gran mayoría, han recientemente aumentado su dotación total de personal como consecuencia de la automatización, especialmente en tareas con alto contenido cognitivo y relacional.



El centro de la montaña está ocupado por un segundo conjunto de empresas —los Alpinistas— de desarrollo tecnológico intermedio, pero con un compromiso importante con el achicamiento de las brechas tecnológicas.

Se compone principalmente de empresas pequeñas y medianas de tramo bajo, no exportadoras (aunque el porcentaje de firmas que sí exporta es significativamente mayor que en el caso de los *Trekkers*) y que, si bien invierten un poco más en I+D y bienes de capital que los *Trekkers*, comparativamente son las que más eligen invertir en mano de obra que maneje las nuevas tecnologías para su desarrollo tecnológico. En línea con esto, además de ser las empresas que más padecen la falta de financiamiento, resaltan la falta de recursos humanos adecuados como uno de sus principales obstáculos para la adopción de nuevas tecnologías. En este grupo, casi la mitad de las empresas espera un impacto negativo de la automatización en la cantidad total de empleados en los próximos cinco años, especialmente en tareas repetitivas y con escaso contenido relacional.

Finalmente, en la base de la montaña se encuentra un grupo de empresas tecnológicamente menos avanzadas e inactivas —los *Trekkers*— que representan alrededor de la mitad de las firmas de la industria manufacturera argentina.

En su mayoría, son micro y pequeñas empresas, no exportadoras y que invierten poco, sobre todo en inversiones relacionadas con el desarrollo tecnológico como son I+D, inversión en bienes de capital y contratación de empresas de servicios especializadas en tecnologías digitales. Estas empresas señalan que, además de tener problemas de financiamiento, encuentran obstáculos al interior de sus firmas para adoptar nuevas tecnologías, como el desconocimiento de tecnologías y la propia cultura de la empresa. En este grupo, comprendido por empresas que no esperan realizar mayores cambios tecnológicos a futuro, el escenario laboral es uno de escaso impacto esperado de la automatización en la dotación de personal en los próximos cinco años.

Aunque existen diferencias en la composición sectorial de los tres grupos, no es posible atribuir a las ramas industriales una incidencia sobre el desarrollo tecnológico de las firmas. En otras palabras, no hay evidencia clara de que haya sectores tecnológicamente más o menos aventajados. No obstante, es evidente que en cada una de las seis ramas industriales hay —con matices propios— heterogeneidad tecnológica entre las empresas. En cada sector existe una gran disparidad de realidades tecnológicas; la forma de montaña que encontramos a nivel de la industria argentina se observa también en cada una de las ramas industriales.

Es claro entonces que los desafíos para vencer el atraso tecnológico y lograr un proceso inclusivo de transformación, con creación de empleo, son múltiples y varían de acuerdo con la situación de las empresas. En este sentido, la clasificación en grupos busca facilitar la identificación de los retos y oportunidades que enfrentan las distintas empresas y las diferencias existentes. Pero, por sobre todas las cosas, pone de manifiesto el verdadero desafío de la industria manufacturera argentina: cómo escalar hacia la cima tecnológica y completar la travesía 4.0.

El diseño de políticas públicas con ese propósito podría partir de cuatro principios.

En primer lugar, considerar al paradigma de Industria 4.0 como una buena oportunidad para revitalizar al sector productivo argentino. Por un lado, la digitalización de los procesos empresariales ofrece una variedad de herramientas que, convenientemente articuladas, permiten elevar significativamente la productividad del sector industrial, volviendo a ubicar a la actividad manufacturera como una fuente de crecimiento con impacto sobre el conjunto de la economía. Pero el desarrollo de estas novedades en el campo tecnológico es una condición necesaria pero no suficiente para que el incremento de la productividad sectorial y el crecimiento económico se confirmen. Se necesita resolver en simultáneo otras cuestiones, como se detallará más adelante.

En segundo lugar, entender que existe la posibilidad de una transformación tecnológica inclusiva, con creación de empleo. Evitar un escenario de “desempleo tecnológico” requiere impulsar modelos de negocios basados en la innovación y la I+D, la ampliación de mercados y la analítica de datos, lo que contribuirá al desarrollo de procesos productivos con mayor contenido cognitivo, donde las habilidades empresariales y blandas, que son más difícilmente automatizables, resulten cada más importantes. Para ello será necesario implementar un conjunto variado de políticas, entre las que se destaca la formación de habilidades que complementen a las nuevas tecnologías entre los trabajadores presentes y futuros.

Tercero, hay que entender que el *statu quo* en términos de comportamientos y políticas no es una opción si se quiere aprovechar la oportunidad de la Cuarta Revolución Industrial. ¿Qué es el *statu quo*? Un sendero de adopción y difusión que transcurre de acuerdo a una trayectoria inercial donde el ritmo de recambio se rige por la obsolescencia de los equipos en uso y no por el aprovechamiento de las oportunidades económicas que ofrecen los nuevos sistemas. La dinámica inercial solo aseguraría resultados indeseados como, por ejemplo, ampliar la heterogeneidad, es decir, acrecentar la brecha entre las empresas y sectores con mejor desempeño frente a los que actualmente ya están más rezagados. También puede generarse una transformación superficial con un aprovechamiento superfluo e incompleto de las oportunidades que ofrece la Industria 4.0. Y, posiblemente, también se observe una reducción del número de empresas o sectores y, al mismo tiempo, una reducción en el valor agregado de quienes continúen operando.

El cuarto principio se relaciona con lo que hay que hacer para romper el *statu quo*. Se refiere a un diseño de política pública segmentado, en contraposición a la noción de políticas transversales o universales. Los estímulos y los bienes públicos complementarios que requieren los diferentes grupos que se han identificado en este estudio son diferentes. Se trata de un gran desafío, entonces, configurar un *mix* específico de acciones para cada uno de los grupos de empresas, según su condición tecnológica inicial y sus planes de inversión.



Frente al grupo de Cóndores, integrado por empresas muy cercanas a las mejores prácticas en cuanto al aprovechamiento de las oportunidades que encierra la industria 4.0, las políticas públicas podrían enfocarse en remover obstáculos para que las iniciativas empresariales no se detengan. Estas empresas requieren acciones que reduzcan el costo del capital, tanto en términos de mejores condiciones de acceso a financiamiento como también desde la perspectiva tributaria.

El paradigma 4.0 implica una industria más intensiva en capital, con equipos que tienen una vida útil más acotada y que requieren un mayor presupuesto en mantenimiento y otros servicios en relación con el esquema productivo anterior. Posiblemente, los costos marginales se reduzcan, pero no así los costos fijos. Por estas razones, las empresas que cuentan con las capacidades empresariales para implementar estos nuevos modelos de negocios encuentran en el costo del capital un factor determinante para acelerar su proceso de transformación y construir tempranamente una posición ventajosa frente a sus competidores. **También son empresas que necesitan que la infraestructura de comunicaciones vaya a la par de sus inversiones, en especial, en lo que hace a la disponibilidad y a la confiabilidad de los servicios eléctricos y de comunicaciones.** La conectividad es una variable clave para la gestión basada en datos. En este sentido, el ritmo de despliegue de las nuevas redes 5G discriminará entre líderes y rezagados, haciendo pesar más la localización de la fábrica que las cualidades técnicas que pueden reunirse puertas adentro.

El sostenimiento en el tiempo de las ventajas y fortalezas de las empresas del grupo de Cóndores, conjunto que mejor está aprovechando las tecnologías 4.0, dependerá de la capacidad que exhiban para edificar su modelo de negocio teniendo como pilares a la innovación y a las exportaciones. Así lo confirman los resultados de la encuesta y los modelos de análisis basados en regresiones que se han descrito en este estudio. Por lo tanto, el diseño y la implementación de las políticas también deben concebirse de manera tal que las agendas sobre producción, formación, innovación y comercio exterior estén mucho más articuladas e inclinadas a generar sinergias.

Frente al grupo de Alpinistas, las políticas públicas deberían evitar que la transformación se limite a una renovación de artefactos y herramientas. Debería lograrse una transformación integral de los sistemas de producción y comercialización y una adecuación del modelo de negocio.

Esto implica una gestión estratégica basada en la información que generan tanto las operaciones internas a la fábrica como las que surgen de la relación con proveedores y con consumidores. **Así, se esperaría una política pública donde se combinan estímulos a la inversión con facilidades para la sofisticación de la gestión.** Mejores condiciones de acceso al financiamiento pero también informes técnicos y otros conocimientos que permitan anticipar las tendencias de los mercados. Asimismo, para este grupo de empresas, será muy importante el acierto de las políticas de formación de recursos humanos, tanto para fortalecer las capacidades empresariales como para contar con personal con la combinación adecuada de habilidades blandas y técnicas para expandirse o gestionar una producción más sofisticada. **Se trata de diseñar políticas públicas con un enfoque sistémico, dejando atrás las estrategias más desarticuladas donde se delimita un problema y se busca solucionarlo ofertando un instrumento, en general, de naturaleza financiera.**

Para los Alpinistas también vale lo señalado para los Cóndores: las políticas deberían combinarse con esfuerzos a favor de un perfil más exportador, en muchos casos partiendo de empresas que no realizan ventas al exterior, y de una innovación que no se limite a la adquisición de nuevos equipos o renovaciones cosméticas de sus productos. De otra manera, las inversiones en tecnologías 4.0 no se proyectarán hacia un crecimiento de largo aliento, apoyado en una dinámica autosostenible.

También será de relevancia para las posibilidades de captura de beneficios de las empresas de los grupos de Cóndores y Alpinistas, el desarrollo de nuevas regulaciones que limiten las posiciones dominantes y acoten la extracción de rentas originadas en las nuevas estructuras de mercados. Una producción más intensiva en capital, con mayores costos fijos y menores costos marginales, con mayores facilidades para la gestión del proceso productivo incrementará el grado de concentración de la oferta en muchas ramas de actividad. A su vez, también surgirán oportunidades para nuevos proveedores ya que será más fácil la coordinación de los ciclos productivos y habrá que resolver nuevas necesidades a través de la contratación de diferentes servicios. Y todo indica que la posición dominante de los grandes proveedores de servicios digitales como de los intermediarios apoyados en plataformas seguirá en ascenso. En definitiva, se anticipan mercados más polarizados, donde convivirán grandes empresas, afianzadas en eslabones clave junto a una trama bien variada y diferenciada de PYMES. Resguardar una distribución conveniente del valor agregado que genere cada una de las fases del proceso productivo deberá ser una preocupación creciente de las políticas públicas a fin de garantizar la eficiencia de los mercados y cierta simetría entre las rentabilidades relativas. Sin estas condiciones, podría ser difícil que los niveles de inversión en todos los eslabones de la cadena sostengan el pulso de la transformación. De otra manera, con estructuras de mercados muy asimétricas, se corre el riesgo de seguir por un sendero donde las empresas transforman su infraestructura productiva pero retroceden en cuanto a valor agregado y capacidad para capturar los beneficios del aumento de la productividad.



Frente al grupo de *Trekkers*, las políticas públicas posiblemente tengan que tener como eje una redefinición del modelo de negocios y un incremento en las capacidades de gestión empresarial antes que una modernización de sus sistemas productivos o una renovación de sus productos. Se trata del desafío más complejo ya que son empresas rezagadas tanto en términos relativos como absolutos.

Estas empresas se caracterizan por no utilizar aún hoy todas las posibilidades tecnológicas disponibles. Muchas operan con paradigmas, todavía lejanos a las tecnologías digitales.

La evolución de este tercer grupo de empresas posiblemente sea un proceso donde el puntapié inicial dependa más de la densidad de las acciones públicas que de la limitada iniciativa privada que puedan desplegar estas empresas, en su mayoría pequeñas industrias en actividades donde se aglutinan diferentes problemas de competitividad. Incluso, en algunos casos, se trata de empresas que subsisten intentando mantener la distancia relativa con las que exhiben mejor desempeño pero sin la intención de lograr un salto que les permita equipararlas. En este sentido, resulta elocuente que las empresas más cercanas a la frontera tecnológica son también las que presentan mejores planes de modernización. A su vez, las empresas más vulnerables frente a la obsolescencia que conlleva la difusión del paradigma 4.0, son también las que carecen de reacción, disociando sus procesos de inversión con la renovación estratégica del negocio.

De todos modos, **estas empresas cuentan con un *know-how* productivo que no debería depreciarse. Han logrado superar situaciones extremas en una economía signada por la volatilidad.** Y operan en cadenas y tramas productivas que les exigen un piso de competencias para no atentar contra los procesos productivos de las empresas de mejor desempeño. Además de ser el ámbito de una considerable proporción del empleo formal, aportar valor agregado e impuestos y, en algunos casos, ahorrar divisas. **Estas podrían ser algunas de las bases a partir de las cuales trabajar sobre su transformación para generar nuevos proyectos productivos, basados en nuevos principios tecnológicos y enfoque de negocios.** O, al menos, para que reduzcan sus vulnerabilidades y sostengan la distancia relativa con los grupos de Cóndores y Alpinistas, a fin de evitar un sector industrial cada vez más heterogéneo.

Estas recomendaciones de políticas suponen un enorme desafío para el Estado. Los cambios tecnológicos requieren una transformación institucional en las formas de diseño, implementación y evaluación de las políticas públicas. Se vuelve necesario garantizar un complejo grado de articulación y un enfoque estratégico sofisticado. Exigencias que se incrementan cuando se trata de actuar sobre el grupo más rezagado y vulnerable de empresas. **Una prueba que no solo reclama superar lo hecho en el pasado reciente sino que también coloca al Estado argentino frente al ritmo y eficacia de la acción de otros estados nacionales, con mayores competencias institucionales y recursos, y que ya cuentan con estrategias definidas en materia de Industria 4.0.** En todo caso, en contrapartida, la condición de país de desarrollo intermedio, de una estructura semi-industrializada, ubica a Argentina en una posición donde la recompensa por completar esta travesía es una de la más grandes y que podrá tener un impacto muy significativo.

7

REFERENCIAS

Acemoglu, D. (2002). Technical change, inequality, and the labor market. *Journal of Economic Literature*, 40 (1), 7-72.

Agrawal, A., Gans, J., y Goldfarb, A. (2018). *Prediction Machines: The simple economics of artificial intelligence*. Boston: Harvard Business Press.

Albrieu, R., Rapetti, M., Brest López, C., Larroulet, P. y Sorrentino, A. (2018). *Inteligencia artificial y crecimiento económico. Oportunidades y desafíos para Argentina*. *Inteligencia Artificial y Crecimiento Económico en América Latina*. Buenos Aires: CIPPEC.

Amaral, N., Eng, N., Ospino, C., Pagés, C., Rucci, G. y Williams, N. (2018). *How Far Can Your Skills Take You*. Labor Markets and Social Security Division, InterAmerican Development Bank, Technical Note n° IDB-TN-01501.

Baldwin, R. (2016) *The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization*. Massachusetts: Harvard University Press.

Basco, A., Beliz, G., Coatz, D. y Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el futuro*. INTAL-BID y UIA, Julio de 2018.

Bogliacino, F., Piva, M. y Vivarelli, M. (2014). *Technology and employment: The job creation effect of business R&D*. *Rivista Internazionale di Scienze Sociali*. Año 122, No. 3 (Julio-Septiembre 2014), 239-264.

Bresnahan, T. F., y Trajtenberg, M. (1995). *General purpose technologies 'Engines of growth'?* *Journal of Econometrics*, 65 (1), 83-108.

Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. Vancouver. WW Norton & Company.

Chandan, S. (2017). *Do Firms Learn more from Exporting to the Developed Markets? Empirical Evidence of Indian Firms*. *Global Economy Journal*, De Gruyter, vol. 17(1), 1-11.

CNI-Industria 2027 (2017). *Relatório Síntese da Pesquisa de Campo*. CNI. Proyecto presentado ante la Universidad de Rio de Janeiro y el Instituto de Economía de la Universidad de Campinas.

CNI (2018). *INDUSTRY 2027 - Risks and Opportunities for Brazil in the face of disruptive innovations*.

Coriat, B y Weinstein, O. (2011). *Nuevas teorías de la empresa. Una revisión crítica*. Buenos Aires: Lenguaje claro Editora.

Daugherty, P. R., & Wilson, H. J. (2018). *Human+ Machine: Reimagining Work in the Age of AI*. Massachusetts: Harvard Business Press.

De Negri, J. y Turchi, L., Ed. (2007). *Technological innovation in Brazilian and Argentine firms*. Instituto de Investigación Económica Aplicada, Brasil.

Deloitte (2018). *The rise of the social enterprise*. 2018 Deloitte Global Human Capital Trends, Deloitte Insights.

Economic Times (2018). *65% of mid-size companies opt for soft skill training: Survey*. *Economic Times*, 3 de Julio de 2018.

Frey, C. y Osborne, M. (2017). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?*

Fry, H. (2018). *Hello World. Being human in the age of algorithms*.

Greengard, S. (2015). *The internet of things*. MIT Press.

Group, W. B. (2016). World Development Report 2016: Digital Dividends. Washington DC: World Bank Publications.

Hahn, C.H. y Park, C.G. (2012). Direction of Causality in Innovation-exporting Linkage: Evidence on Korean Manufacturing. ERIA Discussion Paper 2012-07.

Kahneman, D. (2018). "Comment". En Agrawal, A.; Gans, J.; y A. Goldfarb (eds.) The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda. Chicago: University of Chicago Press.

Lin, F. y Tang, H. (2013). Exporting and Innovation: Theory and Firm-Level Evidence from the People's Republic of China. International Journal of Applied Economics, Septiembre de 2013, 10(2), 52-76.

Mairesse, J., Mohnen, P., Zhao, Y. y Zhen, F. (2012). Globalization, Innovation, and Productivity in Manufacturing Firms: A Study of Four Sectors of China. ERIA Discussion Paper 2012-10.

Mokyr, J., Vickers, C., & Ziebarth, N. L. (2015). The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different? Journal of Economic Perspectives, 29(3), 31-50.

Nelson, R y Sidney, G. (1982) An evolutionary theory of economic change. Massachusetts: Harvard University Press.

Piva, M. y Vivarelli, M. (2018). Is Innovation Destroying Jobs? Firm-Level Evidence from the EU. Sustainability 2018, 10, 1279.

Pounder, K. y Liu, G. (2018). Nuevas ocupaciones: Latinoamérica y el espejo de Australia. En Algoritmolandia: Inteligencia artificial para una integración predictiva e inclusiva de América Latina, INTAL-BID, Integración & Comercio n°44, Año 22, Julio 2018.

Pritchett, L. (1997), "Divergence, Big Time." Journal of Economic Perspectives, Volume 11 No. 3 .

Rifkin, J. (2014). The zero marginal cost society: The internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism. New York: St. Martin's Press.

Srnicek, N. (2017). Platform capitalism. New Jersey: John Wiley & Sons.

Taddy, M. (2018). The Technological Elements of Artificial Intelligence. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

The Economist (2016). Skills 4.0 How CEOs shape the future of work in Asia. The Economist Corporate Network, Noviembre de 2016.

Anexo I

Figuras adopción tecnológica

Figura AI 1
Control accionario de las firmas encuestadas según grupo

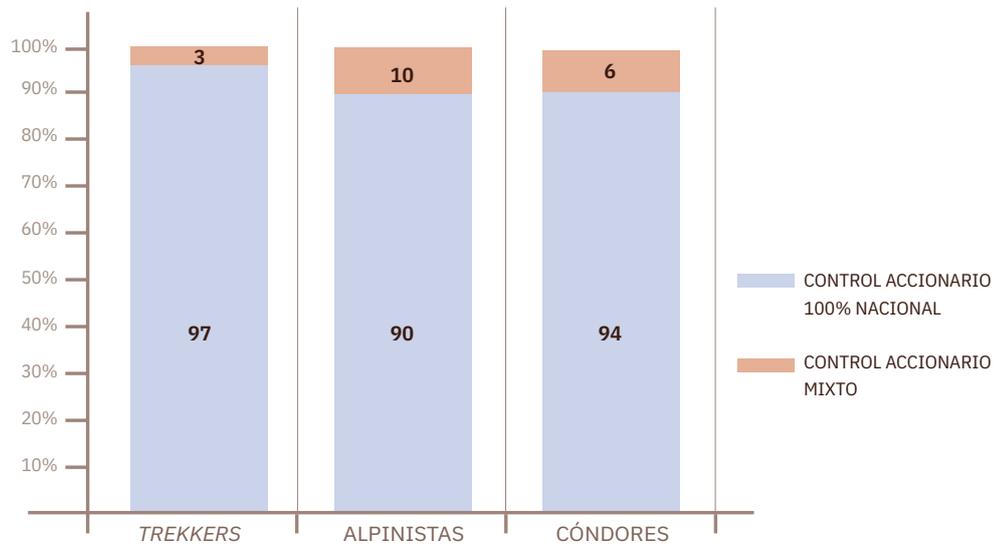


Figura AI 2
Media, Mediana y desvío estándar de antigüedad en las firmas encuestadas según grupo.

Grupo	Media de antigüedad	Mediana de antigüedad	Desvío de antigüedad
CÓNDORES	36,2	33,0	21,5
ALPINISTAS	35,7	31,0	20,7
TREKKERS	48,7	39,5	49,0
Total	36,7	32,0	23,8

Figura AI 3
Principal cliente de las firmas encuestadas según grupo.

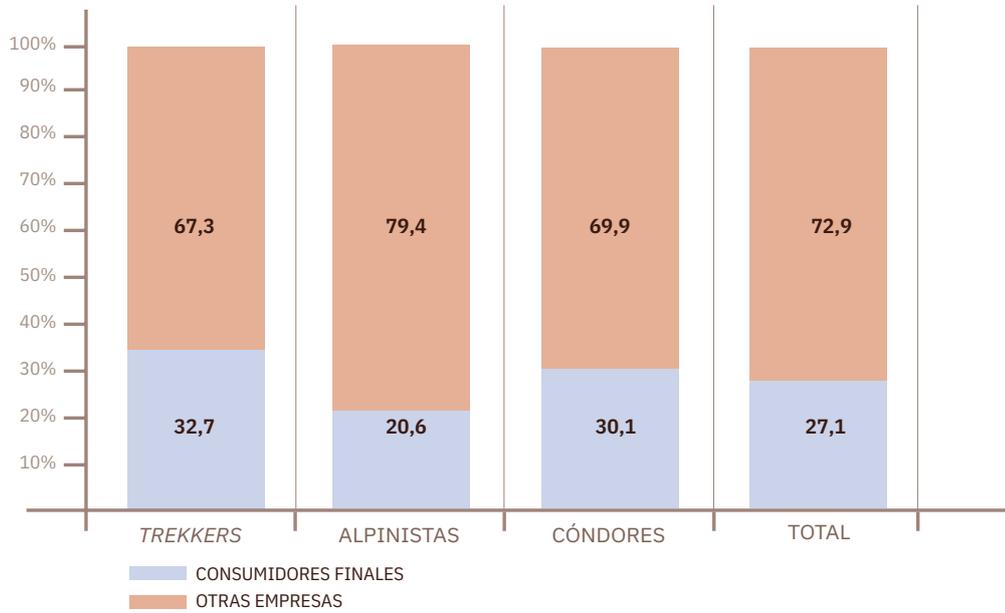


Figura AI 4
Tipo de proveedores de software para las firmas encuestadas.

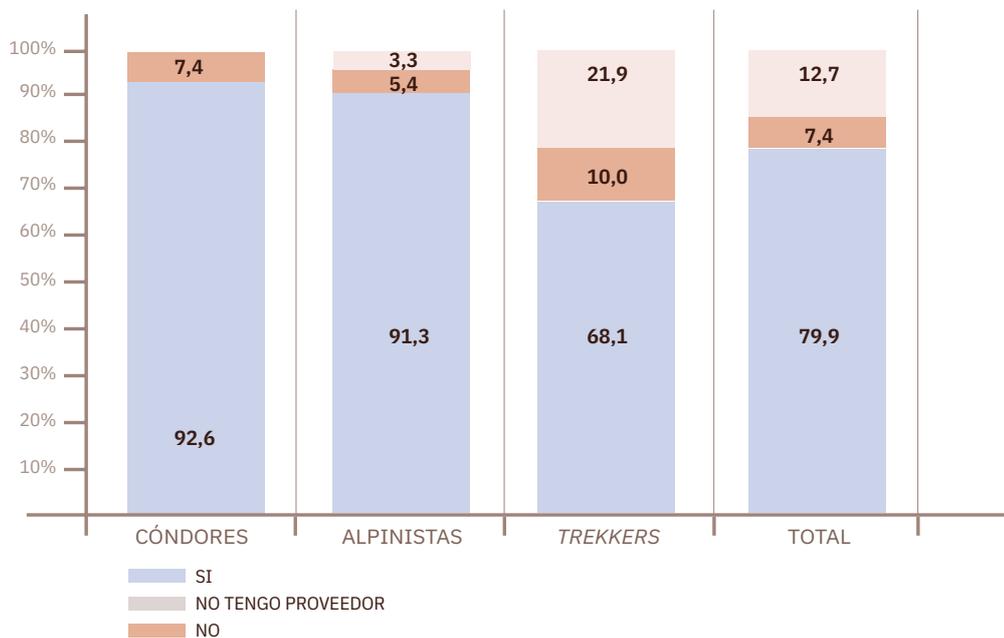
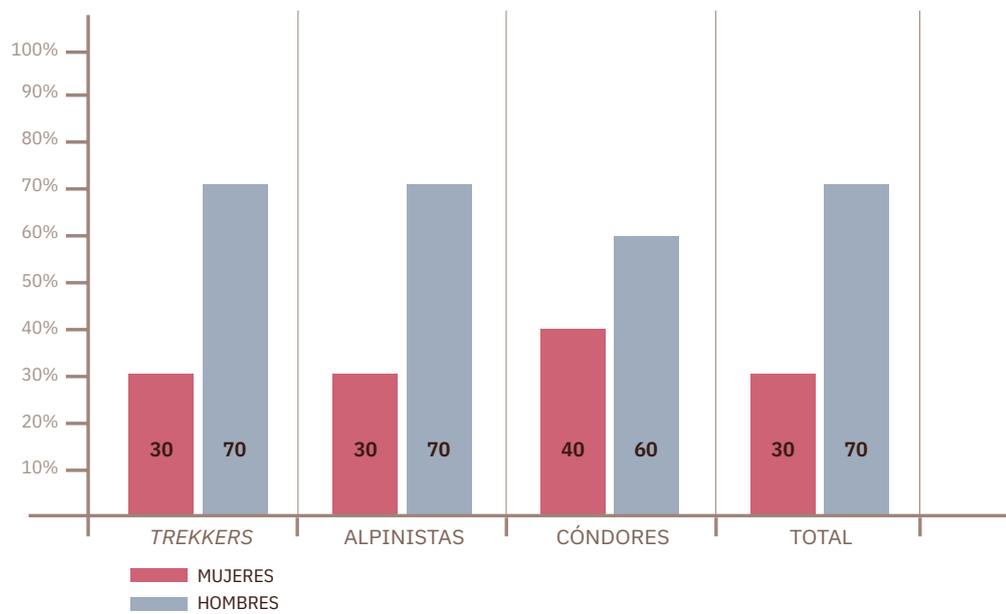


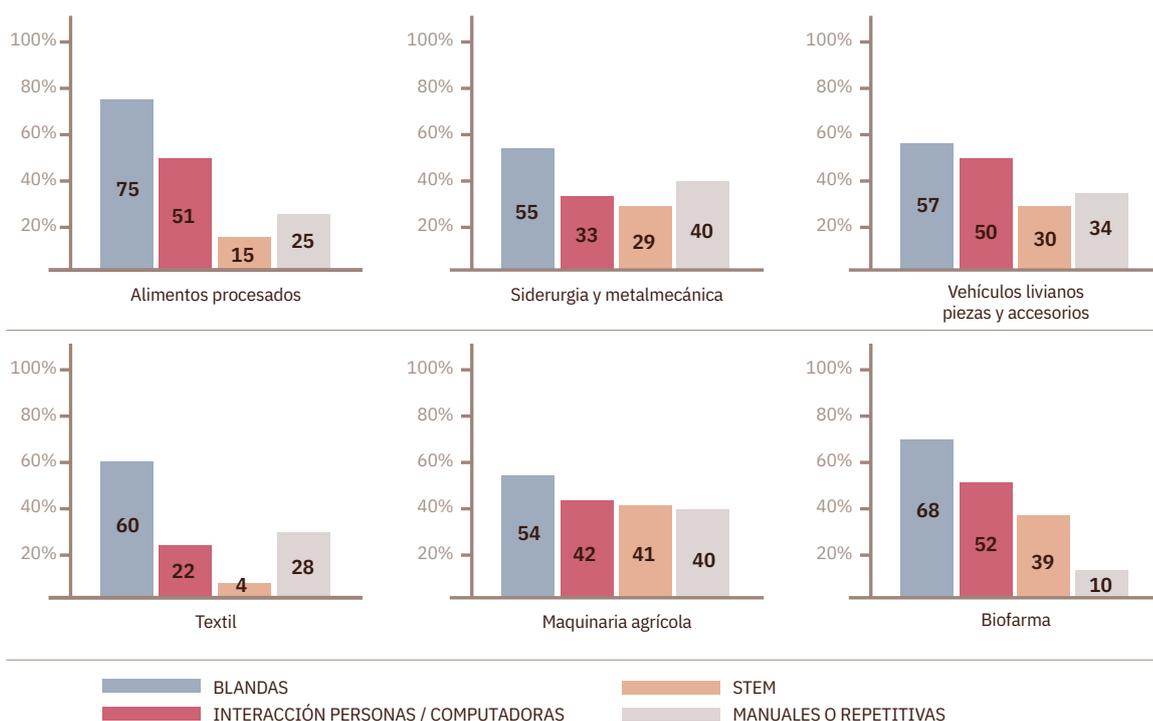
Figura AI 5
Distribución de títulos CTIM según hombres y mujeres.



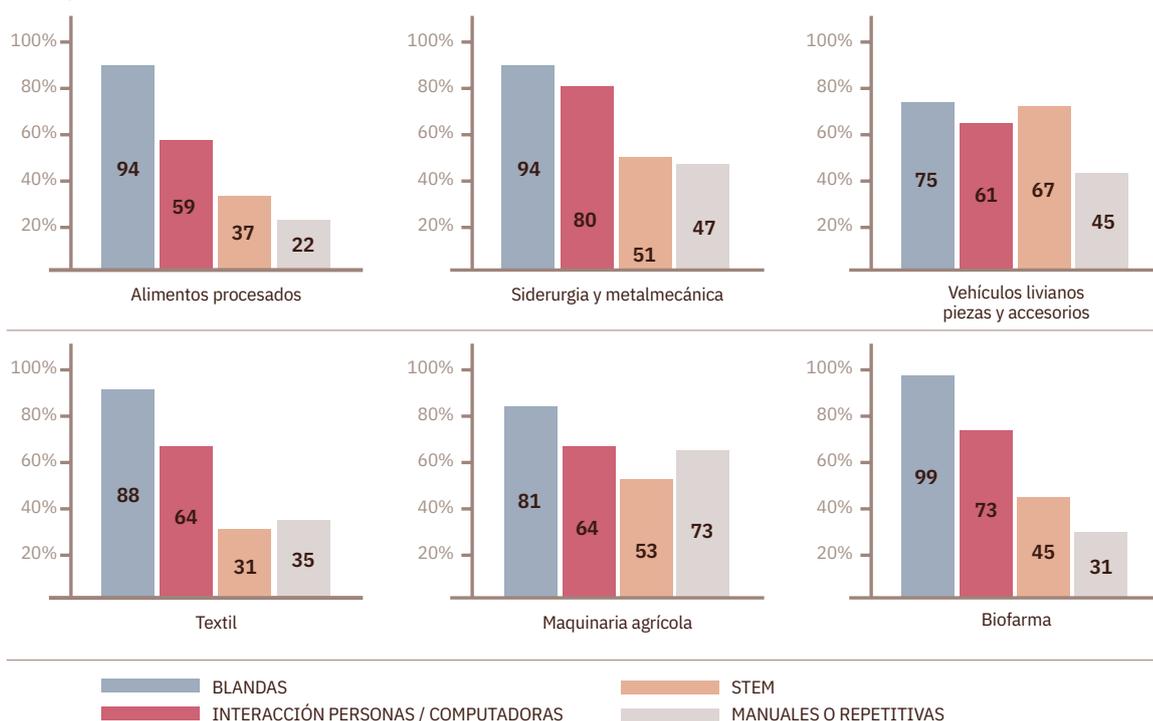
Anexo II

Figuras habilidades

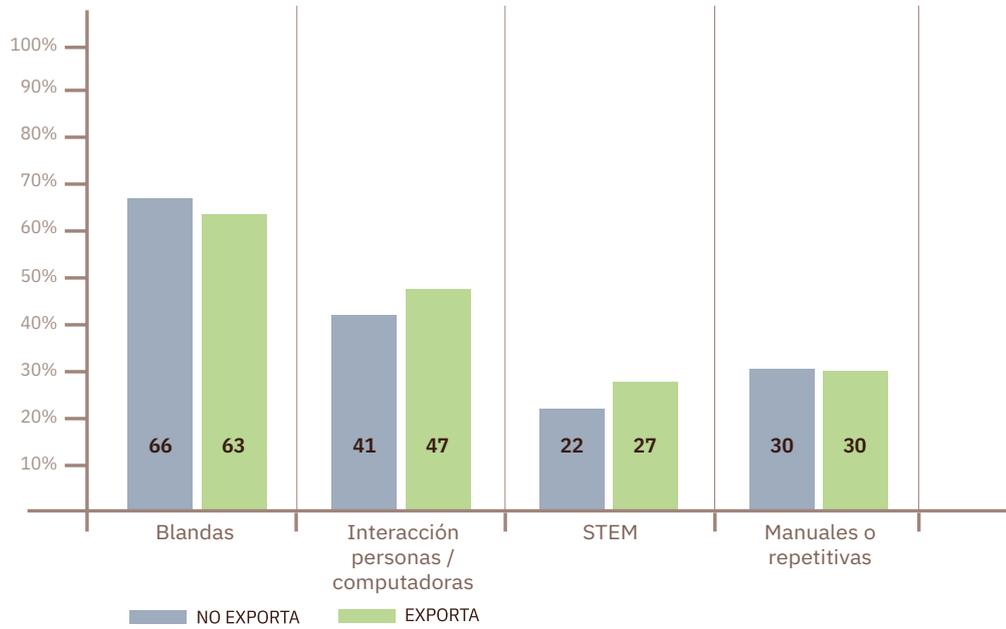
Habilidades por sector, últimos 2 años (% de respuestas “Muy importante”)



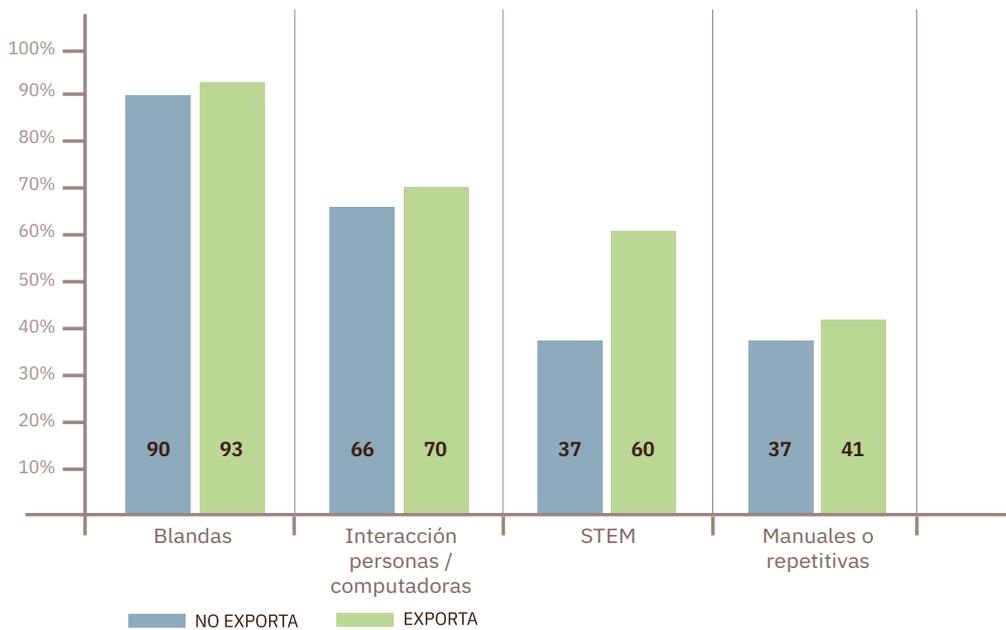
Habilidades por sector, próximos 5 años (% de respuestas “Muy importante”)



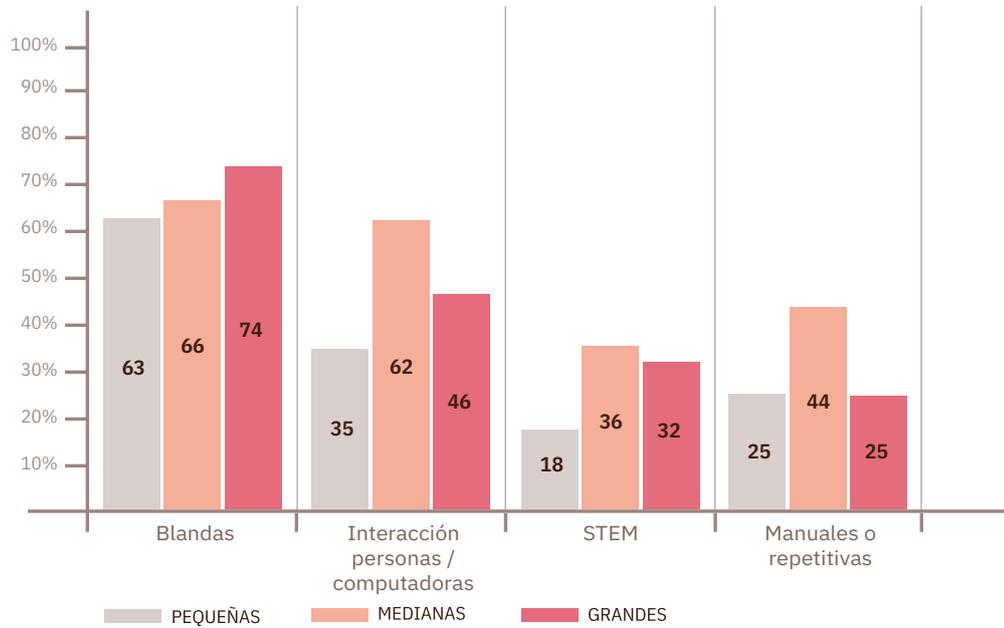
**Habilidades por empresas exportadoras y no exportadoras, últimos 2 años
(% de respuestas “Muy importante”)**



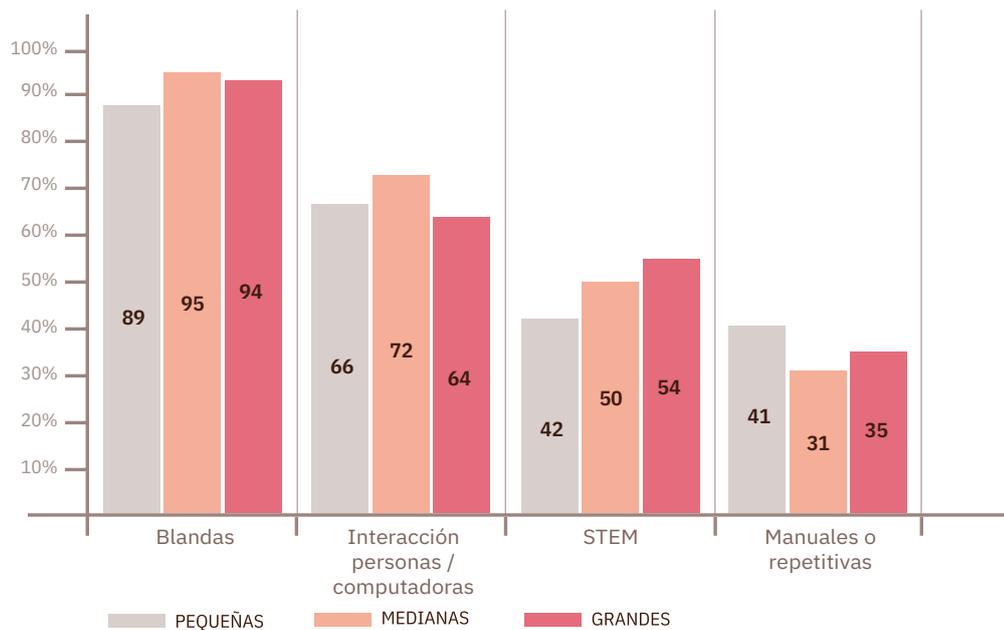
**Habilidades por empresas exportadoras y no exportadoras, próximos 5 años
(% de respuestas “Muy importante”)**



Habilidades por tamaño de empresa, últimos 2 años
(% de respuestas "Muy importante")



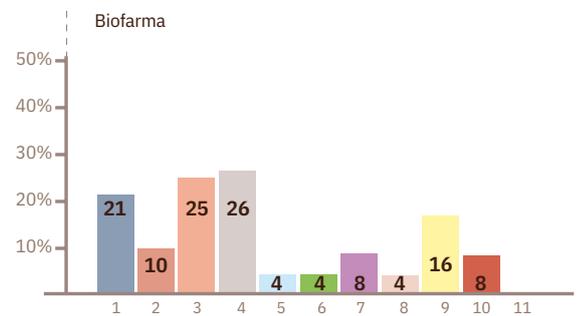
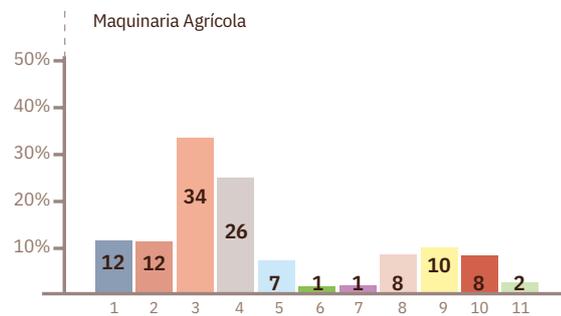
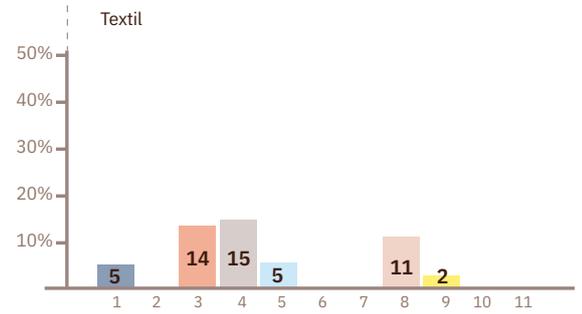
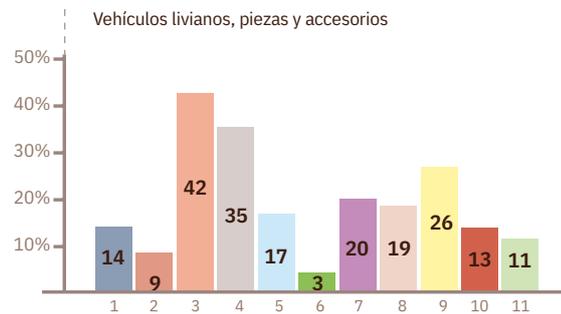
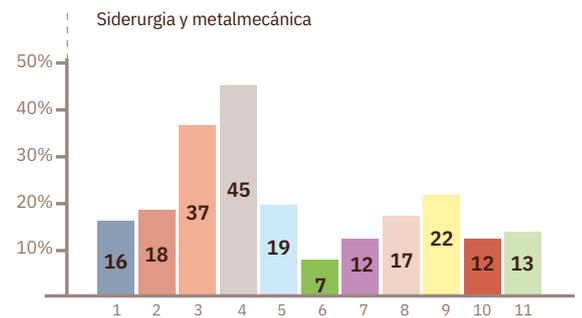
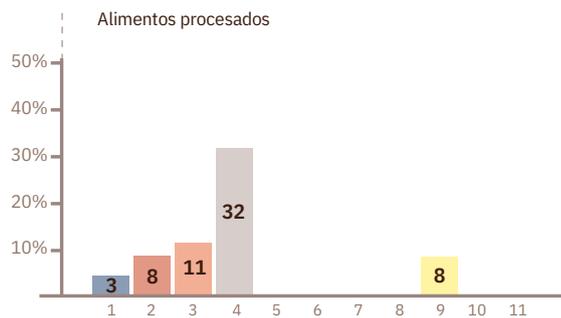
Habilidades por tamaño de empresa, próximos 5 años
(% de respuestas "Muy importante")



Anexo III

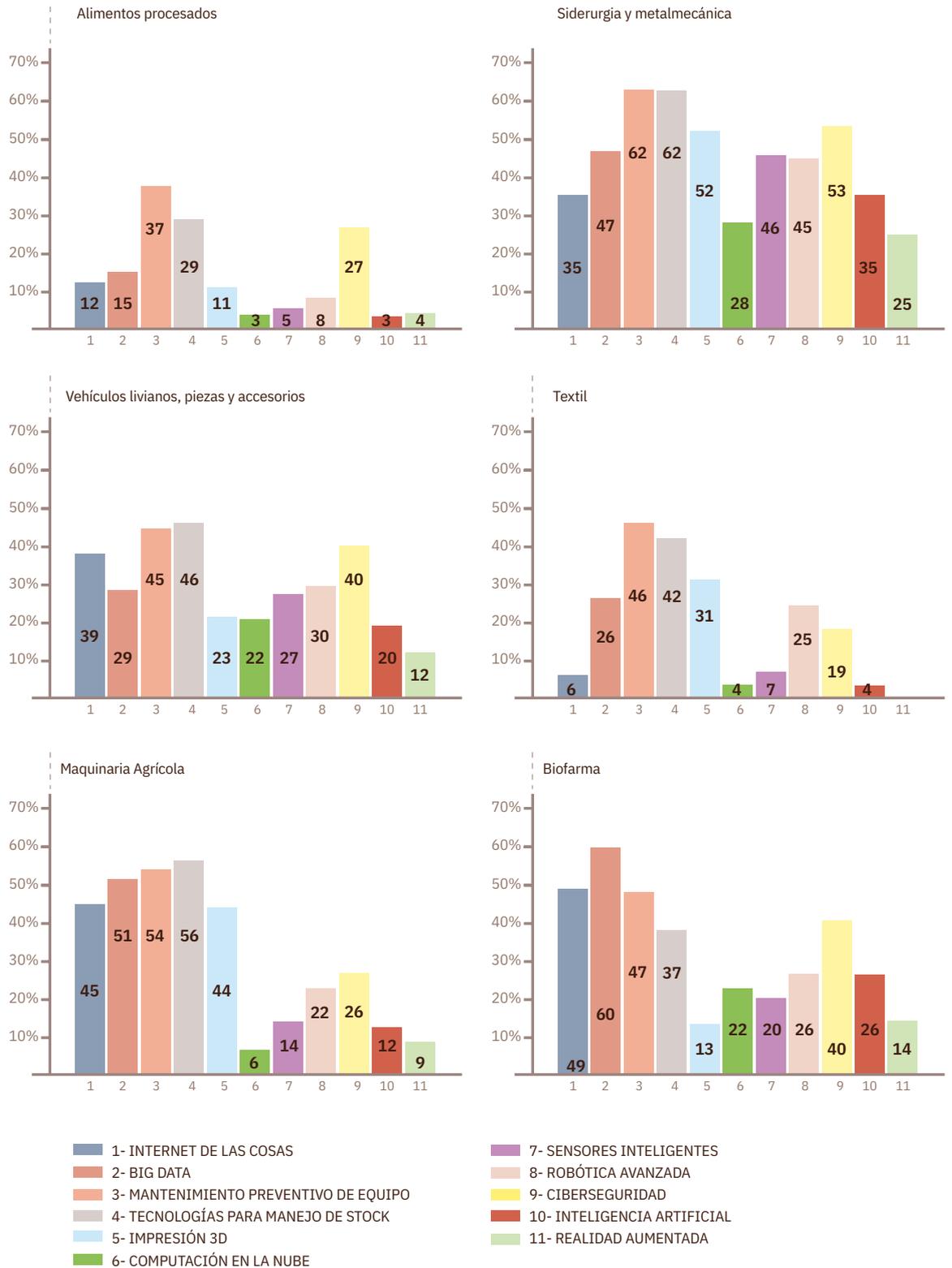
Figuras habilidades vinculadas a tecnologías 4.0

Habilidades en tecnologías 4.0 por sector, últimos 2 años
(% de respuestas “Muy importante”)

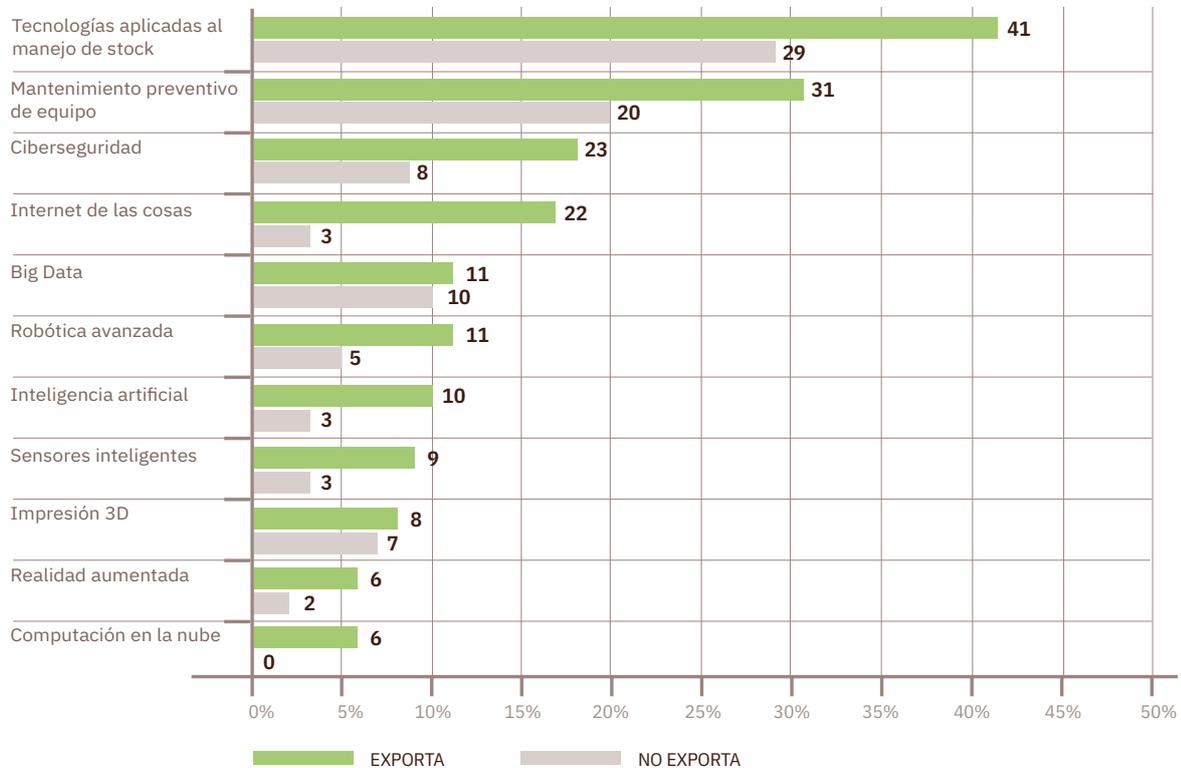


- 1- INTERNET DE LAS COSAS
- 2- BIG DATA
- 3- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO
- 4- TECNOLOGÍAS PARA MANEJO DE STOCK
- 5- IMPRESIÓN 3D
- 6- COMPUTACIÓN EN LA NUBE
- 7- SENSORES INTELIGENTES
- 8- ROBÓTICA AVANZADA
- 9- CIBERSEGURIDAD
- 10- INTELIGENCIA ARTIFICIAL
- 11- REALIDAD AUMENTADA

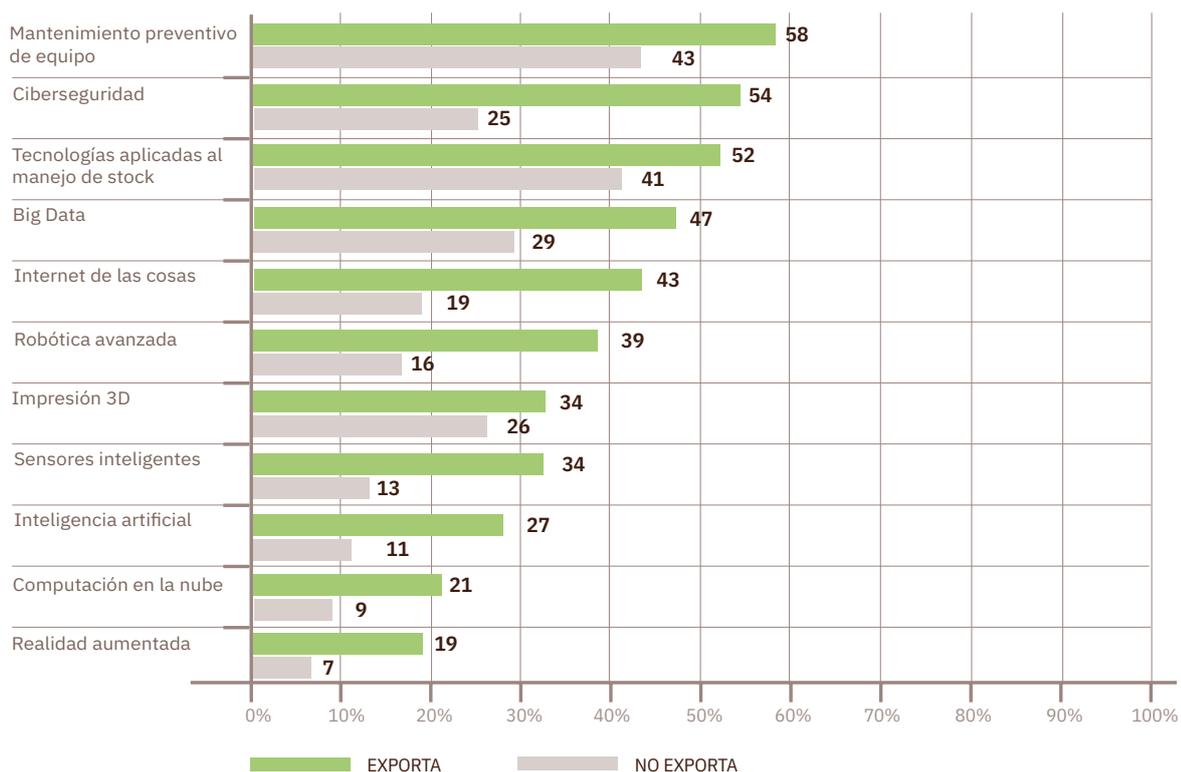
Habilidades en tecnologías 4.0 por sector, próximos 5 años (% de respuestas “Muy importante”)



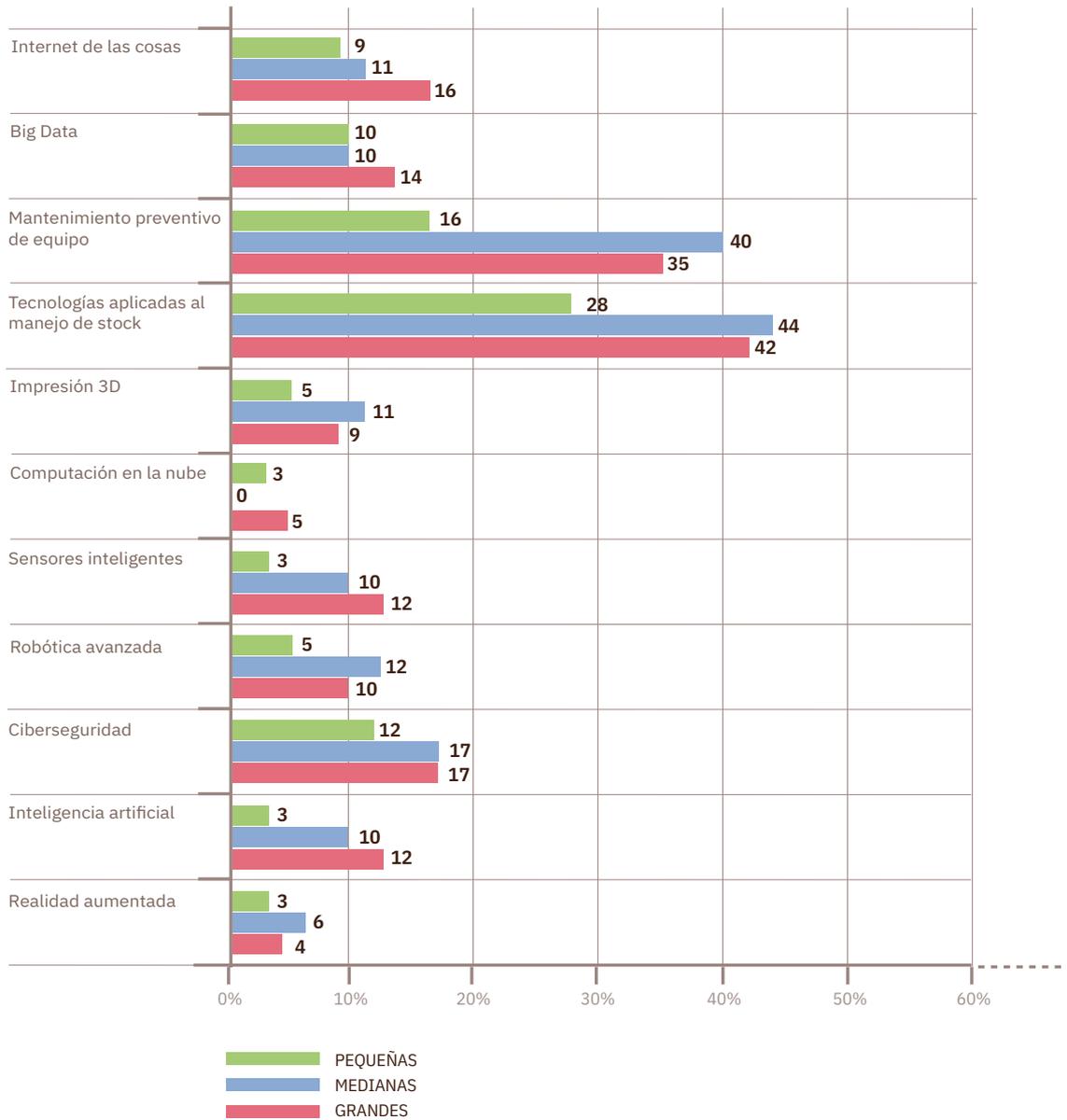
Habilidades en tecnologías 4.0 en empresas exportadoras y no exportadoras, últimos 2 años (% de respuestas “Muy importante”)



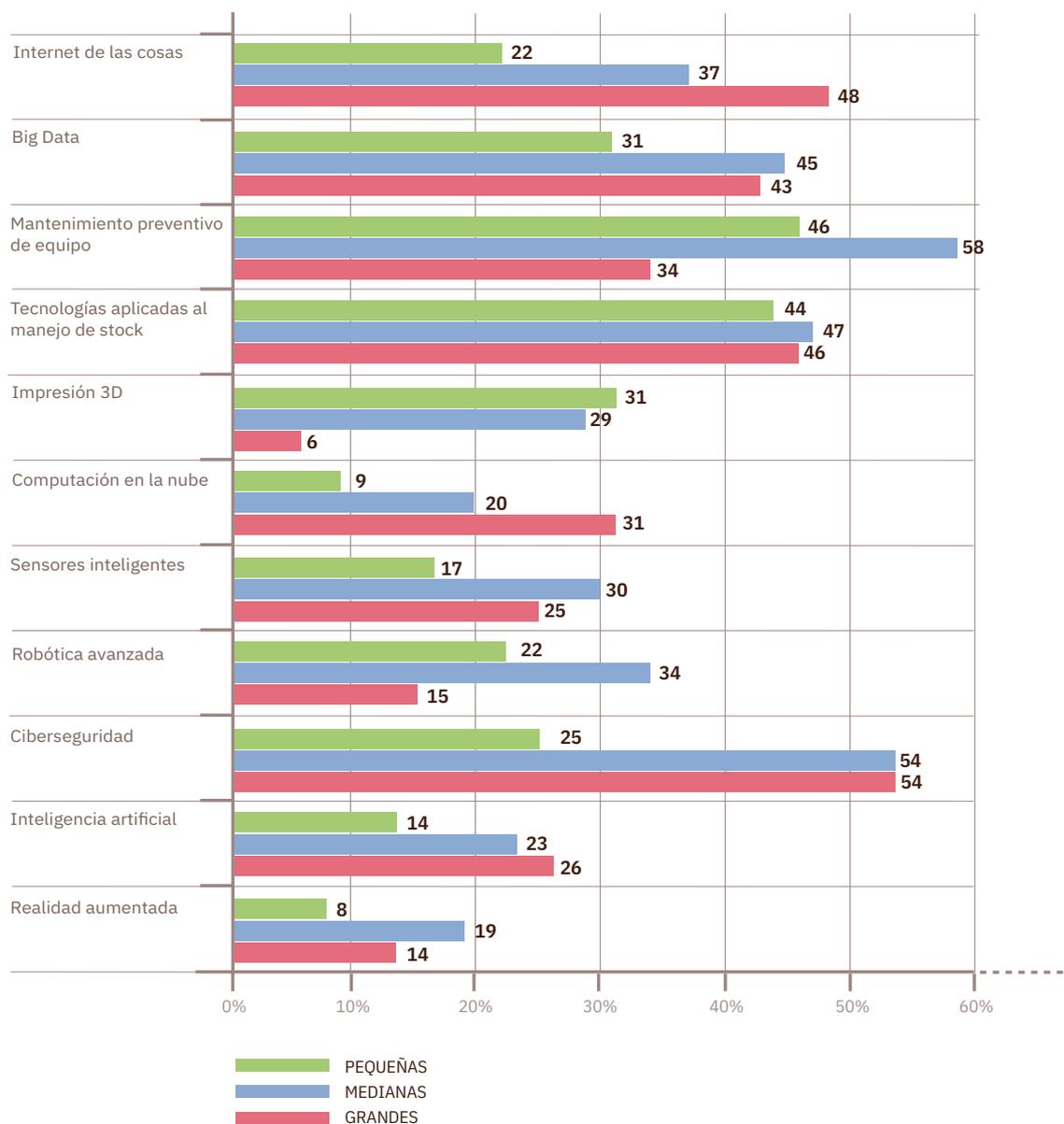
Habilidades en tecnologías 4.0 en empresas exportadoras y no exportadoras, próximos 5 años (% de respuestas “Muy importante”)



Habilidades en tecnologías 4.0 por tamaño de empresa, últimos 2 años
(% de respuestas “Muy importante”)



Habilidades en tecnologías 4.0 por tamaño de empresa, próximos 5 años
(% de respuestas “Muy importante”)



Anexo IV

Encuesta

A continuación, se detalla la encuesta elaborada:

Entre corchetes [] se indican cuestiones relativas al diseño de la encuesta, pensando en una implementación digital.

	ENCUESTA SOBRE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0 EN ARGENTINA 2018
--	---

¡Gracias por acceder al cuestionario!

Esta investigación forma parte del proyecto “Industria 4.0 y el futuro del trabajo en Argentina” iniciativa del Centro para la Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC), el Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe (INTAL) del sector Comercio del BID, la Unión Industrial Argentina y la consultora Voices!.

El proyecto tiene como objetivo identificar el uso actual y esperado de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en distintas las áreas de la empresa, así como también los impactos de estas nuevas tecnologías en la demanda de trabajo.

La información suministrada es estrictamente confidencial. La divulgación o el acceso a los datos individuales están vedados.

ACLARACIONES GENERALES

En esta encuesta se mencionan distintas tecnologías. Puede ocurrir que alguno de los sistemas mencionados no aplique exactamente a su empresa. En este caso responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada en la encuesta.

Si Ud. requiere alguna aclaración en relación a las tecnologías a las que se hacen referencia, Ud. podrá consultar un glosario de tecnologías en el menú correspondiente

00. ¿A cuál de estos rubros pertenece su empresa?

1. Alimentos Procesados
2. Siderurgia
3. Metalmecánica
4. Vehículos Livianos
5. Fabricación de automotores /piezas y accesorios
6. Textil
7. Maquinaria Agrícola
8. Farmacéutica, sustancias químicas medicinales y similares
9. Otro, especificar _____

BLOQUE 1 .

CARACTERIZACIÓN DEL USO ACTUAL Y ESPERADO DE LAS TECNOLOGÍAS

- RELACIÓN CON PROVEEDORES

01. Para relacionarse con proveedores, ¿cuál es la tecnología más avanzada que utiliza en la actualidad su empresa? (Marque sólo una opción) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.

1. Transmisión de pedidos mediante el uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares
2. Transmisión de pedidos por medio electrónico uso de sistemas de intercambio electrónico de datos (EDI por sus siglas en inglés) y similares
3. Soporte informático de los procesos de compras, stocks y pagos: *uso de portales de compras y relaciones, catálogos electrónicos, Enterprise Resource Planning (ERP) para integrar la gestión de proveedores y similares*
4. Seguimiento en tiempo real de pedidos y de logística de proveedores: *uso de servicios web*
5. No sabe / No contesta

02. En el futuro próximo (10 años), ¿cuál de estas cree que será la tecnología principal que utilizará su empresa para relacionarse con proveedores? (Marque sólo una opción)

1. Transmisión de pedidos mediante el *uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares*
2. Transmisión de pedidos por medio electrónico de sistemas informáticos como el *uso de sistemas de intercambio electrónico de datos (EDI por sus siglas en inglés) y similares*
3. Soporte informático de los procesos de compras, stocks y pagos: *uso de portales de compras y relaciones, catálogos electrónicos, Enterprise Resource Planning (ERP) para integrar la gestión de proveedores y similares*
4. Seguimiento en tiempo real de pedidos y de logística de proveedores: *uso de servicios web*
5. No sabe/ No contesta

03. Considerando la tecnología señalada para su uso en el futuro próximo (10 años) en la pregunta 02, indique las acciones que están siendo tomadas por su empresa. (Marque sólo una opción)

1. No está realizando ninguna acción.
2. Está realizando estudios iniciales.

3. Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.
4. Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.
5. No sabe

- DESARROLLO DEL PRODUCTO

04. Para desarrollar productos, ¿cuál es la tecnología más avanzada que utiliza en la actualidad su empresa? (Marque sólo una opción) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.

1. Sistema de proyecto auxiliado por computadora / uso de Sistema CAD independiente / aislado y similares. Software para la generación de dibujos 2D y modelos 3D utilizados de forma aislada.
2. Sistema integrado de diseño, fabricación y cálculo de ingeniería con ayuda de software *Uso integrado de CAD-CAM (Computer-Aided Manufacturing), CAE (Computer-Aided Engineering), CAPP (Computer-Aided Process Planning) y similares. Modelos 3D del CAD utilizados en la generación de programas de fabricación en el CAM y de cálculos de ingeniería en el CAE. Planificación del proceso de fabricación con ayuda de software.*
3. Sistemas integrados de gestión de datos del producto: *Uso de PDM (Product Data Management) y / o PLM (Product Lifecycle Management), Prototipado rápido y similares. La información y los documentos creados a lo largo del desarrollo del producto se gestionan de forma central e integrada con control de acceso, cambios y versiones.*
4. Sistemas virtuales de desarrollo *Uso de Realidad Virtual, simulación virtual de la fabricación y montaje y similares. Producto creado y evaluado virtualmente en sus más variados aspectos, incluyendo estudio ergonómico en la utilización y en la fabricación, simulación virtual de la fábrica y del montaje.*
5. No sabe

05. En el futuro próximo (10 años), ¿cuál de estas cree que será la tecnología principal que utilizará su empresa para el desarrollo de productos? (Marque sólo una opción)

1. Sistema de proyecto auxiliado por computadora / uso de Sistema CAD independiente / aislado y similares. Software para la generación de dibujos 2D y modelos 3D utilizados de forma aislada.
2. Sistema integrado de diseño, fabricación y cálculo de ingeniería con ayuda de software *Uso integrado de CAD-CAM (Computer-Aided Manufacturing), CAE (Computer-Aided Engineering), CAPP (Computer-Aided Process Planning) y similares. Modelos 3D del CAD utilizados en la generación de programas de fabricación en el CAM y de cálculos de ingeniería en el CAE. Planificación del proceso de fabricación con ayuda de software.*

3. Sistemas integrados de gestión de datos del producto: *Uso de PDM (Product Data Management) y / o PLM (Product Lifecycle Management), Prototipado rápido y similares. La información y los documentos creados a lo largo del desarrollo del producto se gestionan de forma central e integrada con control de acceso, cambios y versiones.*

4. Sistemas virtuales de desarrollo *Uso de Realidad Virtual, simulación virtual de la fabricación y montaje y similares. Producto creado y evaluado virtualmente en sus más variados aspectos, incluyendo estudio ergonómico en la utilización y en la fabricación, simulación virtual de la fábrica y del montaje.*

5. No sabe

06. Considerando la tecnología señalada para su uso en el futuro próximo (10 años) en la pregunta 05, indique las acciones que están siendo tomadas por su empresa (Marcar sólo 1 opción)

1. No está realizando ninguna acción.

2. Está realizando estudios iniciales.

3. Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.

4. Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.

5. No sabe

- GESTIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

07. Para realizar la gestión de los procesos productivos ¿cuál es la tecnología más avanzada que utiliza en la actualidad su empresa? (Marque sólo una opción) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.

1. Automatización simple (rígida) con máquinas no conectadas: *Uso de máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC). Las máquinas operan aisladamente. Automatización simple y rígida.*

2. Procedimiento parcial o totalmente automatizado: *uso de controlador rígido programable (o PLC por sus siglas en inglés), Robots y similares. Proceso automatizado o parcialmente automatizado controlado por PLC.*

3. Sistemas integrados de ejecución de procesos: *uso del sistema MES (Manufacturing Execution System); AGV (Vehículos de guiado automático); Identificación unitaria de productos (RFID, código QR, etc.); Control de la producción en medios totalmente electrónicos ("sin papel"); Dispositivos móviles en el control de la producción y similares. Gestión de los procesos productivos con seguimiento de las órdenes y de las actividades ejecutadas, así como del flujo de materiales utilizados.*

4. Comunicación M2M (de máquina a máquina) u otros sistemas de producción inteligente: *uso de modelos virtuales para los procesos (gemelos digitales); Sensores con recopilación de datos y ajustes en tiempo real; Comunicación M2M; Robots colaborativos; GPS interior (IPS); Realidad aumentada; Fabricación aditiva para componentes finales y similares. Posibilidad de intercambio de información entre máquinas y entre máquinas y componentes; gestión dinámica del sistema de producción en tiempo real.*

5. No sabe

08. En el futuro próximo (10 años), ¿cuál de estas cree que será la tecnología principal que utilizará su empresa para la gestión de los procesos productivos? (Marque sólo una opción)

1. Automatización simple (rígida) con máquinas no conectadas: *Uso de máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC). Las máquinas operan aisladamente. Automatización simple y rígida.*

2. Procedimiento parcial o totalmente automatizado: *uso de controlador rígido programable (o PLC por sus siglas en inglés), Robots y similares. Proceso automatizado o parcialmente automatizado controlado por PLC.*

3. Sistemas integrados de ejecución de procesos: *uso del sistema MES (Manufacturing Execution System); AGV (Vehículos de guiado automático); Identificación unitaria de productos (RFID, código QR, etc.); Control de la producción en medios totalmente electrónicos ("sin papel"); Dispositivos móviles en el control de la producción y similares. Gestión de los procesos productivos con seguimiento de las órdenes y de las actividades ejecutadas, así como del flujo de materiales utilizados.*

4. Comunicación M2M (de máquina a máquina) u otros sistemas de producción inteligente: *uso de modelos virtuales para los procesos (gemelos digitales); Sensores con recopilación de datos y ajustes en tiempo real; Comunicación M2M; Robots colaborativos; GPS interior (IPS); Realidad aumentada; Fabricación aditiva para componentes finales y similares. Posibilidad de intercambio de información entre máquinas y entre máquinas y componentes; gestión dinámica del sistema de producción en tiempo real.*

5. No sabe

09. Considerando la tecnología señalada para su uso en el futuro próximo (10 años) en la pregunta 08, indique las acciones que están siendo tomadas por su empresa (Marcar sólo 1 opción)

1. No está realizando ninguna acción.

2. Está realizando estudios iniciales.

3. Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.

4. Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.

5. No sabe

- RELACIÓN CON CLIENTES - CONSUMIDORES

10. Para relacionarse con clientes / consumidores ¿cuál es la tecnología más avanzada que utiliza en la actualidad su empresa? (Marque sólo una opción) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.

1. Ejecución de registros y contratos mediante el uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares.
2. Automatización de las ventas: uso de CRM (Customer Relationship Management) y similares. Bases de datos de clientes; registro de contactos y acciones; soporte para los procesos de ventas.
3. Sistema integrado para múltiples canales y soporte basado en internet: uso de CRM integrado para múltiples canales; soporte para las ventas con dispositivos móviles; integración con redes sociales; soporte para análisis de datos (data analytics y similares).
4. Monitoreo y gestión del ciclo de vida de los clientes: utilización de dispositivos conectados para el monitoreo y recolección de datos de utilización de productos y servicios a lo largo del ciclo de vida; definición de acciones basadas en el uso del producto; uso de sensores para la recolección de datos de productos / servicios; productos / servicios conectados en Internet; análisis y oferta de servicios basados en el uso (por ejemplo, monitoreo del producto en uso para determinar el mantenimiento requerido); inteligencia artificial en la atención (por ejemplo, respuesta automática) y similares.
5. No sabe

11. En el futuro próximo (10 años), cuál de estas cree que será la tecnología principal que utilizará su empresa para relacionarse con sus clientes / consumidores? (Marque sólo una opción)

1. Ejecución de registros y contratos mediante el uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares.
2. Automatización de las ventas: uso de CRM (Customer Relationship Management) y similares. Bases de datos de clientes; registro de contactos y acciones; soporte para los procesos de ventas.
3. Sistema integrado para múltiples canales y soporte basado en internet: uso de CRM integrado para múltiples canales; soporte para las ventas con dispositivos móviles; integración con redes sociales; soporte para análisis de datos (data analytics y similares).
4. Monitoreo y gestión del ciclo de vida de los clientes: utilización de dispositivos conectados para el monitoreo y recolección de datos de utilización de productos y servicios a lo largo del ciclo de vida; definición de acciones basadas en el uso del producto; uso de sensores para la recolección de datos de productos / servicios; productos / servicios conectados en Internet; análisis y oferta de servicios basados en el uso (por ejemplo, monitoreo del producto en uso para determinar el mantenimiento requerido); inteligencia artificial en la atención (por ejemplo, respuesta automática) y similares.
5. No sabe

12. Considerando la tecnología señalada para su uso en el futuro próximo (10 años) en la pregunta 11, indique las acciones que están siendo tomadas por su empresa. (Marque sólo una opción)

1. No está realizando ninguna acción.
2. Está realizando estudios iniciales.
3. Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.
4. Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.
5. No sabe

- GESTIÓN DE LOS NEGOCIOS

13. Para gestionar los negocios, ¿cuál es la tecnología más avanzada que utiliza en la actualidad su empresa? (Marque sólo una opción) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.

1. Sistemas de información independientes específicos por departamento / área de la empresa, sin integración: *uso de software independiente y sin integración. Sistemas de información independientes específicos por departamento / área de la empresa, sin integración.*
2. Sistemas compuestos por módulos y base de datos integrados: *uso de ERP (Enterprise Resource Planning) y similares. Sistemas integrados de gestión empresarial compuestos por módulos y base de datos integrados.*
3. Plataforma web con bases de datos para apoyar análisis de negocio: *uso de ERPs avanzados, data warehouse y business intelligence y similares. Sistemas de gestión empresarial en plataforma web; base de datos para apoyar análisis de negocio.*
4. Procesos de negocio automatizados con apoyo de inteligencia artificial: *Uso de Big Data Analytics e inteligencia artificial aplicada a los procesos. Recolección, almacenamiento y análisis de gran cantidad de datos. Toma de decisiones considerando el análisis integrado de múltiples fuentes de datos.*
5. No sabe

14. En el futuro próximo (10 años), cuál de estas cree que será la tecnología principal que utilizará su empresa para la gestión de sus negocios? (Marque sólo una opción)

1. Sistemas de información independientes específicos por departamento / área de la empresa, sin integración: *uso de software independiente y sin integración. Sistemas de información independientes específicos por departamento / área de la empresa, sin integración.*
2. Sistemas compuestos por módulos y base de datos integrados: *uso de ERP (Enterprise Resource Planning) y similares. Sistemas integrados de gestión empresarial compuestos por módulos y base de datos integrados.*

3. Plataforma web con bases de datos para apoyar análisis de negocio: *uso de ERPs avanzados, data warehouse y business intelligence y similares. Sistemas de gestión empresarial en plataforma web; base de datos para apoyar análisis de negocio.*

4. Procesos de negocio automatizados con apoyo de inteligencia artificial: *Uso de Big Data Analytics e inteligencia artificial aplicada a los procesos. Recolección, almacenamiento y análisis de gran cantidad de datos. Toma de decisiones considerando el análisis integrado de múltiples fuentes de datos.*

5. No sabe

15. Considerando la tecnología señalada para su uso en el futuro próximo (10 años) en la pregunta 14, indique las acciones que están siendo tomadas por su empresa (Marcar sólo 1 opción)

1. No está realizando ninguna acción.

2. Está realizando estudios iniciales.

3. Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.

4. Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.

5. No sabe

16. Pensando en la transformación tecnológica en curso, ¿qué opción describe los tipos de inversión que está realizando su empresa en cada una de las siguientes áreas? (Una respuesta por categoría - RESPONDA PENSANDO EN LA TRANSFORMACION TECNOLÓGICA EN CURSO).

	NO ESTA REALIZADO NINGUNA ACCIÓN	ESTÁN REALIZANDO ESTUDIOS INICIALES	TIENEN PLANES DE ACCIÓN FORMALS PERO TODAVÍA NO SE IMPLEMENTARON	TIENEN PLANES DE ACCIÓN FORMALS Y LOS ESTÁN IMPLEMENTANDO	NO SABE
Capacitación / entrenamiento de los trabajadores en la empresa	1	2	3	4	5
Capacitación / entrenamiento de los trabajadores a través de las cámaras empresarias, universidades u otras instituciones	1	2	3	4	5
Incorporación de mano de obra con habilidades asociadas a las nuevas tecnologías	1	2	3	4	5
Contratación de empresas de servicios especializadas en tecnologías digitales	1	2	3	4	5
Inversión en capital fijo (máquinas y equipos)	1	2	3	4	5
Investigación, desarrollo e innovación	1	2	3	4	5

¿Otras?. Cúales _____

17. ¿Cuál considera que es el principal obstáculo para la adopción de nuevas tecnologías en su empresa? ¿y cuál en segundo lugar?

	PRINCIPAL	SEGUNDO LUGAR
Escasa competencia en el mercado	1	1
Inadecuada infraestructura para conexiones digitales	2	2
Sistema Regulatorio/Restricciones regulatorias	3	3
Falta de acceso a financiamiento	4	4
Falta de recursos humanos adecuados	5	5
Cultura de la empresa	6	6
Desconocimiento de la tecnología	7	7
Plazos muy largos para amortizar la inversión	8	8
Dificultad para estimar los beneficios económicos de la inversión en nuevas tecnologías	9	9
Otros Cuál?	10	10
No sabe	11	11
Ninguno	11	11

BLOQUE 2 .
CAMBIOS EN LA DEMANDA DE HABILIDADES Y
COMPETENCIAS LABORALES

El uso de tecnologías digitales altera las decisiones de la empresa en términos de la demanda de trabajo. En este bloque indagamos sobre las características de dichos cambios.

18. Refiriéndonos a los últimos dos años, ¿En qué medida fueron o no importantes los siguientes tipos de habilidades a la hora de contratar personal en su empresa? Una respuesta por fila

	MUY IMPORTANTE	ALGO IMPORTANTE	POCO IMPORTANTE	NADA IMPORTANTE	NO SABE
Habilidades blandas (capacidad para trabajar en equipo, flexibilidad, buena)	1	2	3	4	5
Habilidades asociadas a la interacción Personas-Computadoras (Conocimiento, diseño, adaptación y uso de nuevas tecnologías)	1	2	3	4	5
Habilidades STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)	1	2	3	4	5
Habilidades en tareas repetitivas y/o manuales (operaciones de planta, ensamble, contabilidad, etc.)	1	2	3	4	5

19. Y pensando en los próximos 5 años, señale cuán importantes cree que serán los siguientes tipos de habilidades a la hora de contratar personal en su empresa. Una respuesta por fila

	MUY IMPORTANTE	ALGO IMPORTANTE	POCO IMPORTANTE	NADA IMPORTANTE	NO SABE
Habilidades blandas (capacidad para trabajar en equipo, flexibilidad, buena)	1	2	3	4	5
Habilidades asociadas a la interacción Personas-Computadoras (Conocimiento, diseño, adaptación y uso de nuevas tecnologías)	1	2	3	4	5
Habilidades STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)	1	2	3	4	5
Habilidades en tareas repetitivas y/o manuales (operaciones de planta, ensamble, contabilidad, etc.)	1	2	3	4	5

20. Refiriéndonos a los últimos dos años, ¿En qué medida fueron o no importantes los siguientes tipos de habilidades a la hora de contratar personal en su empresa? Una respuesta por fila

	MUY IMPORTANTE	ALGO IMPORTANTE	POCO IMPORTANTE	NADA IMPORTANTE	NO SABE
1. Internet de las Cosas / Internet industrial/comunicación, etc.)	1	2	3	4	5
2. Habilidades para el manejo de bases de datos de gran tamaño (big data)	1	2	3	4	5
3. Habilidades para mantenimiento preventivo de equipo y procesos	1	2	3	4	5
4. Habilidades relacionadas con tecnologías aplicadas al manejo de stock y logística productivos	1	2	3	4	5
5. Manufactura aditiva / impresiones 3D	1	2	3	4	5
6. Cloud computing	1	2	3	4	5
7. Sensores inteligentes	1	2	3	4	5
8. Robótica avanzada	1	2	3	4	5
9. Manejo de la seguridad de los datos digitales de la empresa (ciberseguridad)	1	2	3	4	5
10. Conocimientos en Inteligencia Artificial /machine learning	1	2	3	4	5
11. Realidad aumentada	1	2	3	4	5
12. Otras habilidades? Cuáles_____?	1	2	3	4	5

21. Y pensando en los próximos 5 años, señale cuán importantes cree que serán las habilidades asociadas a las siguientes tecnologías a la hora de contratar personal en su empresa. Una respuesta por fila

	MUY IMPORTANTE	ALGO IMPORTANTE	POCO IMPORTANTE	NADA IMPORTANTE	NO SABE
1. Internet de las Cosas / Internet industrial/comunicación, etc.)	1	2	3	4	5
2. Habilidades para el manejo de bases de datos de gran tamaño (big data)	1	2	3	4	5
3. Habilidades para mantenimiento preventivo de equipo y procesos	1	2	3	4	5
4. Habilidades relacionadas con tecnologías aplicadas al manejo de stock y logística productivos	1	2	3	4	5
5. Manufactura aditiva / impresiones 3D	1	2	3	4	5
6. Cloud computing	1	2	3	4	5
7. Sensores inteligentes	1	2	3	4	5
8. Robótica avanzada	1	2	3	4	5
9. Manejo de la seguridad de los datos digitales de la empresa (ciberseguridad)	1	2	3	4	5
10. Conocimientos en Inteligencia Artificial /machine learning	1	2	3	4	5
11. Realidad aumentada	1	2	3	4	5
12. Otras habilidades? Cuáles _____?	1	2	3	4	5

22. Y pensando en los últimos 5 años, frente a la automatización en su empresa ¿Cuál fue el impacto en la dotación de personal en cada una de las siguientes áreas?

	HAY MAYOR DOTACIÓN DE PERSONAL	HAY IGUAL DOTACIÓN DE PERSONAL	HAY MENOR DOTACIÓN DE PERSONAL	NO SABE
Atención a los clientes	1	2	3	4
Relación con los proveedores	1	2	3	4
Tareas de Mantenimiento de equipos y sist. de producción	1	2	3	4
Tareas vinculadas con la gestión del stock	1	2	3	4
Tareas vinculadas con logística y distribución de productos	1	2	3	4
Gestión de recursos humanos	1	2	3	4
Gestión y aseguramiento de la calidad	1	2	3	4
Desarrollo de productos, innovación, I+D	1	2	3	4
Marketing, investigación de mercados	1	2	3	4
Gerencia y dirección de empresa	1	2	3	4
Total empleados de la empresa	1	2	3	4

23. ¿Cuál cree que será el impacto que tendrá la automatización en la dotación de personal en las siguientes áreas de la empresa en los próximos 5 años?

Conteste de acuerdo con lo que espera para su empresa en 5 años en relación a hoy

	HABRÁ MAYOR DOTACIÓN DE PERSONAL	HABRÁ IGUAL DOTACIÓN DE PERSONAL	HABRÁ MENOR DOTACIÓN DE PERSONAL	NO SABE
Atención a los clientes	1	2	3	4
Relación con los proveedores	1	2	3	4
Tareas de Mantenimiento de equipos y sist. de producción	1	2	3	4
Tareas vinculadas con la gestión del stock	1	2	3	4
Tareas vinculadas con logística y distribución de productos	1	2	3	4
Gestión de recursos humanos	1	2	3	4
Gestión y aseguramiento de la calidad	1	2	3	4
Desarrollo de productos, innovación, I+D	1	2	3	4
Marketing, investigación de mercados	1	2	3	4
Gerencia y dirección de empresa	1	2	3	4
Total empleados de la empresa	1	2	3	4

BLOQUE 3.

CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA Y DEL ENTREVISTADO

DATOS DE LA EMPRESA

Le recordamos que la información suministrada es estrictamente confidencial. La divulgación o el acceso a los datos individuales están vedados.

D1. Cantidad de empleados de la empresa a fines de 2017

D2. ¿Cuántos empleados poseen títulos académicos en ciencias exactas y naturales, tecnología, ingeniería y matemáticas? Responda detallando por género

HOMBRES:	
MUJERES:	
TOTAL:	

D3. De acuerdo a la facturación en 2017, identifique cuál es el tramo que corresponde a su empresa

MICRO EMPRESA Facturación menor a 11 millones	1
PEQUEÑA EMPRESA Facturación de 11 millones a 64 millones	2
EMPRESA MEDIANA TRAMO I Facturación de 64 millones a 520 millones	3
EMPRESA MEDIANA TRAMO II Facturación de 520 millones a 760 millones	4
GRAN EMPRESA Facturación más de 760 millones	5
Ns/Nc	9

D4. Antigüedad de la empresa: ¿En qué año comenzó a funcionar esta empresa?

D5. Industria principal:Cuál es el producto o servicio que representa la mayor proporción de las ventas totales de esta empresa

D6. Sus clientes son principalmente...?

1. Consumidores Finales	
2. Otras empresas	

D7a. Porcentaje de las ventas por mercado en 2017:

	ANOTAR %
LOCAL:	
EXPORTACIÓN:	
TOTAL:	100%

(A los que en D7a respondieron en exportaciones un porcentaje mayor a 0.)

D7b. Cuáles fueron los mercados de destino de exportación en 2017? Múltiple, puede marcar más de una opción

1. Mercosur,
2. Resto de América Latina,
3. EEUU y Canadá,
4. Europa,
5. Asia,
6. África,
7. Oceanía

D7c. ¿A cuál o cuáles de los siguientes mercados tiene pensado expandir sus exportaciones en los próximos dos años? Múltiple, puede marcar más de una opción

1. Mercosur,
2. Resto de América Latina,
3. EEUU y Canadá,
4. Europa,
5. Asia,
6. África,
7. Oceanía
8. Ninguno/ No piensa expandir exportaciones

D7d. Exporta a través de e-commerce o plataformas digitales (marketplace)?

1. SI
2. NO

A TODOS.

D8a. ¿Tiene su empresa proveedores de software argentino?

1. Si
2. No
3. No tengo proveedores de software

A QUIENES MENCIONARON ALTERNATIVAS 2 O 3 EN D8

D8b. Buscaría proveedores argentinos de Software para potenciar el desarrollo de su empresa?

1. SI
2. NO

A TODOS.

D9. Control accionario

	ANOTAR %
Capitales Nacionales:	
Capitales Extranjeros:	
Mixtos:	
Total:	100%

En los últimos tres años su empresa:

D10. Introdujo al mercado un producto nuevo o mejoró de forma significativa un producto que ya vendía

- 1. SI
- 2. NO

En los últimos tres años su empresa:

D11. Implementó un nuevo proceso productivo o mejoró de forma significativa un proceso ya existente

- 1. SI
- 2. NO

D12. ¿Podría comentarnos qué proyectos innovadores asociados a las nuevas tecnologías está llevando a cabo su empresa? (PREGUNTA OPCIONAL)

SUS DATOS

D13. ¿Cuál es su cargo en la empresa?

D14. Datos de Contacto. Opcional

e-mail:

tel. celular:

D15. ¿Desea compartir algún comentario en relación a los temas tratados en esta encuesta? (PREGUNTA OPCIONAL)

Anexo V

Glosario de la Encuesta

Bloque I

RELACIÓN CON LOS PROVEEDORES

EDI (Electronic Data Interchange)

Intercambio Electrónico de Datos

Intercambio de documentos vía sistemas de teleinformática entre dos o más organizaciones de forma estandarizada, buscando sustituir el flujo de papeles, pero que no implica necesariamente una comunicación en tiempo real. Los intercambios EDI necesitan sistemas de comunicación seguros, demandando redes privadas de comunicación.

Catálogos Electrónicos

Solución que permite a los proveedores presentar productos, pero que, a diferencia de la actividad de e-commerce, no efectúa la venta vía internet. Los catálogos electrónicos permiten acceder rápidamente a la información, las especificaciones y los precios de los productos, permitiendo a los compradores identificar rápidamente lo que quieren y hacer pedidos.

Portales de Compras y Relaciones

Permiten la gestión de todo el ciclo de compras de la empresa, realizando procesos de adquisición a ritmo más intenso, reduciendo el precio de adquisición del producto. Incluyen herramientas para adquisición de bienes y servicios, a través de la realización de diversas transacciones, como solicitudes de cotización, envío de propuestas, gestión de contrataciones, gestión de pedidos, entre otros.

ERP - Enterprise Resource Planning

Planificación de los Recursos de la Empresa

Plataforma de software desarrollada para integrar los diversos departamentos de una empresa y de su cadena de suministro, posibilitando la automatización y almacenamiento de toda la información del negocio, en una base de datos accedida por algún mecanismo de conexión. Poseen una estructura básica que puede ser personalizada en función de las particularidades de las empresas.

Web services

Procesamiento distribuido de información en sistemas heterogéneos por usuarios Web, basado en protocolos estandarizados. Posibilitan mayor agilidad para comunicación entre cadenas de producción o de logística. Utilizan estándares abiertos para definir funcionalidades, caracterizándose por la simplicidad de sus protocolos y por la flexibilidad que posibilita la comunicación entre sistemas basados en sistemas operativos y/o lenguajes de programación dispares.

DESARROLLO DEL PRODUCTO

CAD (Computer Aided Design)

Diseño asistido por ordenador

Sistemas computacionales (software) utilizados para facilitar el diseño y el dibujo técnicos, que utilizan herramientas para la construcción de entidades geométricas planas (como líneas, curvas, polígonos) u objetos tridimensionales (cubos, esferas, etc.). Utilizan modelado paramétrico, que permite modificaciones del dibujo por la simple entrada de números, indicando dimensiones y relaciones entre objetos dibujados. Facilitan el proceso de manufactura, transfiriendo diagramas de materiales utilizados en los productos, procesos, tolerancias y dimensiones.

CAM (Computer-Aided Manufacturing)

Fabricación asistida por ordenador

Uso de un software para controlar las herramientas de máquinas y equipos relacionados con el proceso de fabricación. Incluye también el uso de software para apoyar las operaciones de una planta de fabricación, incluyendo planificación, gestión, transporte y almacenamiento. La fabricación asistida por ordenador es posterior al CAD y, en algunos casos, posterior a la ingeniería asistida por ordenador (CAE). Las máquinas controladas por CLPs utilizan el código CAM para la fabricación de los productos.

CAE (Computer-Aided Engineering)

Ingeniería asistida por ordenador

Uso de programas informáticos para apoyar las tareas de análisis de ingeniería, incluyendo el análisis de elementos finitos (FEA), la dinámica de fluidos computacional (CFD), la dinámica multicuerpo (MDB) y la optimización. Incluye la simulación, validación y optimización de productos y herramientas de fabricación, incluyendo parámetros relativos a la temperatura, presión, interacciones entre componentes, las fuerzas aplicadas.

CAPP (Computer Aided Process Planning)

Proceso de planificación por ordenador

Sistema de generación automática de planes de procesos, en los que se identifican los pasos a seguir en cada fase, incluyendo especificaciones de las máquinas, las herramientas, dispositivos e instrumentos necesarios, los parámetros de set-up y los requisitos de calidad e inspección. Constituye una herramienta de mejora continua, con reducción de tiempos y de adecuación de la capacidad a la evolución de la demanda. Permite utilizar tecnologías móviles (tablets y smartphones), para apurar y registrar los tiempos de las actividades, evidenciando mejoras en los procesos productivos y logísticos.

Product Data Management (PDM)

Administración de datos del producto

Tecnología de software que busca administrar toda la información relativa a los productos de la empresa, incluyendo especificaciones técnicas del producto, referencias de fabricación y desarrollo, y tipos de materiales necesarios. Opera como un repositorio central de conocimiento que permite la integración e intercambio de datos entre los agentes que interactúan con productos, incluyendo gerentes de proyecto, ingenieros, vendedores, compradores y equipos de garantía de calidad.

Product Lifecycle Management (PLM)

Gestión del ciclo de vida del producto

Herramientas de tecnología de la información que permiten gestionar todo el ciclo de vida del producto, desde su elaboración, pasando por el desarrollo, producción y llegando a la distribución. Permite a la empresa analizar cuáles son los puntos fuertes y fragilidades de su sistema de operaciones. Permite reducir el tiempo entre la generación de un producto y su disponibilidad en el mercado, posibilitando la medición de riesgos, fallas, progresos y éxitos de nuevos productos.

Prototipado rápido

Combinación de tecnologías utilizadas para fabricar objetos físicos directamente de fuentes de datos de CAD. Estos métodos agregan y unen materiales en capas para formar objetos, permitiendo a los proyectistas crear rápidamente prototipos concretos a partir de sus proyectos, en lugar de figuras bidimensionales. Además, el prototipo puede permitir pruebas previas con diferentes tipos de ensayo.

Realidad virtual

Inmersión del usuario en un entorno construido virtualmente, incluyendo imágenes, sonidos y otros estímulos. El prototipo virtual busca integrar técnicas de diseño e ingeniería ayudadas por ordenador (CAD y CAE) con la realidad virtual (RV), construyendo el objeto virtual con funcionalidades del producto proyectado. En términos de la interacción humana con el modelo virtual, existen básicamente dos tipos de prototipos virtuales: el inmersivo, con nuevas interfaces hombre-ordenador propiciadas por recursos tales como guantes y cascos de realidad virtual; y el analítico, con tecnología computacional estándar, es decir, mouse, teclado y monitor.

Sistemas virtuales de desarrollo

Procesos a través de los que los productos, antes de llegar a las líneas de producción, pasan por el desarrollo en el mundo virtual. Incluye técnicas de realidad virtual utilizadas para realizar análisis de proyectos cooperativos e inmersivos, para evaluar y optimizar secuencias de montaje y desmontaje, y para verificar recursos y herramientas, tanto para fabricación como

para mantenimiento. Las pruebas de testeo se reducen, ya que parte puede ser probado con el uso de la realidad virtual, reduciendo sustancialmente el número de prototipos previos a la fabricación.

GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Máquinas CNC

Proceso de fabricación que utiliza computadoras para automatizar máquinas y herramientas en diversas etapas del proceso de producción, utilizado principalmente en tornos y centros de mecanizado. Algunas máquinas CNC sólo poseen una herramienta, mientras que otros modelos poseen varias herramientas diferentes en un solo elemento. Permiten la reducción de los tiempos de fabricación; mayor repetibilidad; mayor precisión dimensional y geométrica; mayor precisión en los cálculos de costos, en los controles de carga-máquina y carga del hombre (*man power*) y herramientas; y reducción en los tiempos de preparación (*set-up*).

PLC (Programmable Logic Controller) - CLP

Controlador lógico programable

Equipo diseñado para manejar y monitorear máquinas o procesos industriales, operando como computadora especializada, basado en un microprocesador que desempeña funciones de control a través de software desarrollado por el usuario. Los CLPs también tienen capacidad de comunicación de datos vía canales seriales, pudiendo ser supervisados por computadoras y formando sistemas de control integrados. En los PLCs de "5ª Generación" se estandarizan protocolos de comunicación, proporcionando una integración que facilita la automatización, gestión y desarrollo de plantas industriales más flexibles y normalizadas.

MES - Manufacturing Execution Systems

Sistemas enfocados de gestión de las actividades de producción que establecen una conexión directa entre la planificación y el terreno de fábrica. Los sistemas MES generan información precisa y en tiempo real que promueve la optimización de todas las etapas de la producción, desde la emisión de una orden hasta el embarque de los productos acabados, administrando y sincronizando las tareas productivas con el flujo de materiales.

Automatic Guided Vehicle - AGV

Comprende vehículos sin tripulantes que trabajan en cooperación para transportar cargas en un ambiente industrial, de depósitos o fábricas. Generalmente, el AGV consiste en un vehículo eléctrico programado, guiado a través de rieles, sensores ópticos y ultrasónicos, radiofrecuencia o láser, con manejo autónomo, hecho a través de baterías, lo que les permite trabajar las 24 horas del día.

Identificación unitaria de productos (RFID)

La tecnología RFID (Radio Frequency Identification) es un término genérico para las tecnologías que utilizan la frecuencia de radio para la captura de datos. Permite la captura automática de datos para la identificación de objetos con dispositivos electrónicos, conocidos como “etiquetas electrónicas”, etiquetas o transpondedores, que emiten señales de radiofrecuencia. En el sector industrial, los sistemas RFID se pueden utilizar en la manufactura, logística y distribución, proporcionando más visibilidad, reconocimiento y sincronización de la cadena de suministro.

Código QR

El QR (“Quick Response”) code es un código de barras utilizado por varias industrias para almacenar URLs (dirección de red en la que se encuentra algún recurso informático) que luego se dirigen a un sitio web, hot site, video, etc. Inicialmente empleado para catalogar piezas, hoy el QR Code es usado en la gestión de inventario y control de stock en industrias y comercio.

Comunicación M2M

Se refiere a las tecnologías que permiten la comunicación inalámbrica entre entidades digitales, abarcando los siguientes tipos de comunicación: 1) *Machine to Machine*, basada en la comunicación inalámbrica entre máquinas, sin intervención humana entre los extremos; 2) *Machine to Mobile* y *Mobile to Machine*, basada en comunicaciones entre dispositivos móviles y máquinas. Estas soluciones requieren la normalización de tecnologías y protocolos, así como la eficiencia y la consistencia de su funcionamiento, incluyendo cuestiones sobre seguridad y protección de los medios de comunicación. La conexión a través de Internet requiere protocolos de seguridad para la interconexión de redes inalámbricas. La IoT (Internet de las cosas) está entre las comunicaciones del tipo M2M que se han expandido más allá de la conexión punto a punto, operando en plataformas de red, incluso transmitiendo datos para equipos móviles.

Modelo digital individual de los productos (Digital twin)

El modelo de “gemelos digitales” implica una replicación virtual del resultado de la producción, utilizada principalmente en la fabricación de máquinas y equipos. Al mismo tiempo que un nuevo producto se desarrolla en el plano físico, su creación se emula de forma digital. Permite la realización de análisis y pruebas en la versión virtualizada antes de ser transferidas al producto de hecho. Con la ayuda de modelos, los datos operativos de la versión virtualizada se pueden utilizar para optimizar los parámetros característicos para la producción.

Robots colaborativos

Robots colaborativos y robots de fuerza limitada están diseñados para aprender y adaptarse a nuevas tareas, dotados de sensores con conformidad pasiva que se adaptan a las fuerzas externas. Robots colaborativos, o “cobots”, tienden a ser baratos, fáciles de usar y seguros, pudiendo ser fácilmente adaptados para nuevas tareas, haciéndolos adecuados a la producción de pequeñas series y ciclos de producción reducidos. Pueden también moverse alrededor del terreno de fábrica con facilidad, para configurarlo para hacer otra tarea en otra estación.

GPS interior

Sistema que permite localizar objetos o personas dentro de un edificio usando ondas de radio, campos magnéticos, señales acústicas u otra información sensorial recogida por dispositivos móviles. La tecnología funciona a partir del procesamiento de tres tipos de señales distintas capturadas por el equipo móvil: Wi-Fi, acelerómetro y campo magnético. El sistema puede incluir información de otros sistemas para hacer frente a la ambigüedad física y permitir la compensación de errores.

Realidad aumentada (RA)

Implica la superposición, en tiempo real, de objetos virtuales generados por ordenador (que incluyen textos, imágenes bidimensionales, sonidos, entre otros) al ambiente real del usuario. El usuario experimenta una interacción multisensorial (visión, audición, olfato, tacto, fuerza, entre otros) y en tiempo real con la RA que se le presenta. La RA muestra sobre la imagen real un conjunto de informaciones que sólo están allí virtualmente. La RA, al contrario de la realidad virtual (RV), complementa la realidad, añadiendo capas de informaciones e intervenciones visuales, en vez de simplemente sustituirla.

Fabricación Aditiva / Manufactura aditiva

La fabricación aditiva implica la unión de materiales para producir objetos a partir de datos 3D, usualmente a través del apilamiento de capas, por adición de material. Estas tecnologías se pueden utilizar en cualquier momento del ciclo de vida de un producto desde preproducciones (es decir, prototipado rápido), hasta producciones a gran escala (conocida como Manufactura Rápida) e incluso para herramientas y personalizaciones postproducción. Con la fabricación aditiva, es posible atender necesidades específicas de clientes trabajando con bajos volúmenes, obteniendo piezas personalizadas. Otra aplicación es la integración de procesos de fabricación aditiva en el proceso productivo de productos tradicionales. Como ejemplo, la manufactura aditiva se puede aplicar como un paso intermedio en la obtención de moldes de fundición para productos con geometría compleja.

RELACIÓN CON LOS CLIENTES

CRM (Customer Relationship Management)

Gestión de la relación con el cliente

CRM busca agrupar y optimizar las funciones y herramientas de comunicación en contacto con el cliente, buscando garantizar la fidelización y convertirlo en un agente propagador de la marca/empresa. En general, el CRM se divide en tres áreas: la gestión de servicios al cliente, la gestión de los canales y fuerza de ventas, la gestión de marketing. Los sistemas de CRM se dividen en dos bloques: el de adquisición del conocimiento y el de interacción. Los sistemas de adquisición del conocimiento buscan analizar los datos recolectados. Los sistemas de interacción implican la automatización de los canales de atención (*Call Center*) y los sistemas utilizados por el equipo comercial para registrar las ventas o programar entregas, conocidos como *Sales Force Automation* (SFA).

Customer Data Analytics

Comprende el análisis de clientes administrado por un grupo interdisciplinario compuesto por representantes de diversos departamentos de la empresa, incluyendo marketing, ventas, atención al cliente, TI y analistas de negocios. A través de este análisis se busca identificar métricas de negocios que capturen la experiencia del cliente. El objetivo del análisis es crear una visión precisa del cliente con el que la empresa busca trabajar, tomando decisiones sobre la mejor forma de adquirir y retener clientes, e identificando clientes estratégicos.

Inteligencia artificial en la atención

Abarca soluciones de atención al consumidor, marketing y ventas basadas en la utilización de una plataforma de inteligencia artificial, a través de máquinas que imitan funciones “cognitivas”, normalmente asociadas a la mente humana, tales como: “aprender” y “resolver problemas”, Estas plataformas se utilizan para administrar la complejidad de la atención al cliente, además de hacer el equipo más productivo y eficiente, operando desde un “supervisor inteligente” capaz de hacer recomendaciones específicas para mejorar la atención o las acciones de marketing y ventas. Incluyen asistentes virtuales, también conocidos como *bots* o *chatbots*, que pueden aprender lo que el usuario desea, a través de simulaciones basadas en redes neurales, por medio de mecanismos de *Machine Learning* (Aprendizaje Automático).

GESTIÓN DE LOS NEGOCIOS

ERP (Enterprise Resource Planning)

Planificación de los Recursos de la Empresa

Plataforma de software que busca integrar todos los datos y procesos de una organización en un solo sistema, ya sea desde una perspectiva funcional (sistemas de finanzas, contabilidad, recursos humanos, fabricación, marketing, ventas, compras, etc.) o desde una perspectiva sistémica (sistema de procesamiento de transacciones, sistemas de información gerenciales, sistemas de apoyo para decisiones, etc.). Un software ERP, en general, se divide en tres áreas: 1) Aplicación: software con funcionalidades, procesos, catastros (formularios divididos en campos) y demás datos necesarios para la operación de la empresa; 2) Base de datos: almacenamiento de datos generados en el área de “Aplicación” de forma lógica; 3) Framework: área a través de la que es posible configurar el sistema y también personalizar el ERP.

Business Intelligence y Data Warehouse

Comprende un conjunto de teorías, metodologías, procesos, estructuras y tecnologías que transforman una gran cantidad de datos brutos en información útil para la toma de decisiones estratégicas. Se trata de la recolección de datos y la creación de un repositorio central, denominado *Data Warehouse*, que almacena datos consolidados de diversas fuentes. A continuación, se aplica la minería de datos (*Data Mining*) en busca de estándares consistentes para detectar relaciones y nuevos subconjuntos de datos para extraer información relevante. El análisis (*Analytics*) de la minería de datos genera informes a partir de los que se desarrollan actividades de Reingeniería de procesos de negocio (BPR), buscando el análisis y (re) diseño de los flujos de trabajo y de los procesos de negocio. La actividad de *Benchmarking* busca identificar las mejores prácticas con el propósito de maximizar el desempeño.

Big Data Analytics

Big Data comprende soluciones tecnológicas adaptadas a la utilización de un gran volumen de datos no estructurados, que pueden provenir de diferentes fuentes y formas. Una solución en Big Data trabaja con algoritmos complejos, agregando datos de orígenes diversos, relacionándolos y generando conclusiones fundamentales para la toma de decisiones corporativas. El término *Big Data Analytics*, se refiere a los softwares capaces de tratar estos datos para transformarlos en información útil a las organizaciones, a través de un proceso electrónico que transforma un conjunto de datos “suelos” en información relevante.

Inteligencia Artificial aplicada a los procesos

La Inteligencia Artificial (IA) es una rama de la ciencia de la computación que busca elaborar dispositivos que simule la capacidad humana de razonar y tomar decisiones. El uso de la Inteligencia Artificial (IA) en la automatización de procesos combina una amplia variedad de tecnologías avanzadas, para dar a las máquinas la capacidad de aprender, adaptar, tomar decisiones y presentar nuevos comportamientos. Esto se obtiene usando tecnologías como redes neuronales, sistemas expertos, mapas auto-organizables, redes neuronales, lógica difusa y algoritmos genéticos. La tecnología se aplica en áreas en las que grandes volúmenes de información provenientes de sensores necesitan ser interpretados y procesados en tiempo real.

Bloque II

Habilidades blandas

Término utilizado para indicar un conjunto de cualidades personales intangibles, rasgos, atributos, hábitos y actitudes que se pueden utilizar en muchos tipos diferentes de trabajos. Ejemplos de habilidades blandas incluyen: empatía, liderazgo, sentido de responsabilidad, integridad, autoestima, autogestión, motivación, flexibilidad, sociabilidad, gestión del tiempo y toma de decisiones. El término también para contrastar con las habilidades 'duras' que se consideran más técnicas, altamente específicas en la naturaleza y los particulares de una profesión, y que pueden (generalmente) enseñarse más fácilmente que las habilidades interpersonales.

Habilidades asociadas a la interacción Personas-Computadoras

Término utilizado para indicar un conjunto de cualidades personales que refieren al conocimiento y manejo de máquinas y otros dispositivos digitales.

Habilidades STEM

Término utilizado para indicar un conjunto de cualidades asociadas a las ciencias duras. STEM es el acrónimo en inglés de Science, Technology, Engineering and Mathematics (en español: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

Internet de las Cosas

Conexión entre dispositivos digitales colocados en objetos físicos - máquinas, en el contexto de la empresa- no digitales.

Cloud Computing

Es un paradigma que permite ofrecer servicios de computación a través de una red, que usualmente es Internet.

Sensores inteligentes

Un sensor inteligente es un dispositivo que toma datos del entorno físico y utiliza recursos informáticos incorporados para realizar funciones predefinidas al detectar una entrada específica y luego procesar datos antes de transmitirlos.

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial es la capacidad computacional compleja exhibida por máquinas. Estrictamente esa capacidad se asocia a un agente racional flexible que percibe su entorno y lleva a cabo acciones que maximicen sus posibilidades de éxito en algún objetivo o tarea. Más coloquialmente, el término inteligencia artificial se aplica cuando una máquina imita las funciones «cognitivas» que los humanos asocian con otras mentes humanas, como por ejemplo: “aprender” y “resolver problemas”.

Machine learning

Es una disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial que crea sistemas digitales que aprenden automáticamente. Aprender en este contexto quiere decir identificar patrones complejos en grandes bases de datos.

Realidad aumentada

Es el término que se usa para definir la visión de un entorno físico del mundo real a través de un dispositivo tecnológico. Este dispositivo, o conjunto de dispositivos, añade información virtual a la información física ya existente.

Anexo VI

Metodología para el agrupamiento de las firmas

A continuación se detalla la metodología utilizada para el agrupamiento de firmas en tres grupos. **Para identificar el estado tecnológico de cada firma, construimos un índice de adopción tecnológica, A . El índice para la empresa i toma el valor del promedio de las generaciones tecnológicas que ésta emplea en cada una de las cinco áreas funcionales.** Formalmente, el índice A_i queda definido como:

$$A_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 G_j^i \quad (1)$$

donde G_j^i es la variable que indica la generación tecnológica que la empresa i utiliza en el área funcional j . Esta variable toma el valor 1 para la primera generación tecnológica y asciende con valores enteros por generación hasta alcanzar 4 para la cuarta generación. En consecuencia, A_i toma valores entre 1 y 4, reflejando la generación tecnológica promedio de la empresa i . Debido a que es un promedio simple, A_i no necesariamente toma valores enteros. Como ninguna empresa de la muestra emplea en todas sus áreas funcionales tecnologías 4.0, no existe caso de $A_i=4$. Tomando la muestra de 293 firmas, el valor mínimo del índice de adopción es 1, el máximo 3,5 y la media 1,8.

Para tornar cuantificable el segundo atributo -las acciones concretas que las firmas están tomando para cerrar la brecha tecnológica en los próximos 10 años- definimos un segundo índice, C , que llamaremos índice de dinamismo. Definimos a la brecha tecnológica como la distancia entre la frontera tecnológica y la generación tecnológica que actualmente predomina en las áreas funcionales de la firma. Formalmente, el índice de dinamismo para la firma i se calcula como:

$$C_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{F_j^i - G_j^i}{4 - G_j^i} \times \frac{D_j^i}{4} \quad (2)$$

donde F_j^i representa la generación tecnológica que la empresa i espera usar en diez años en el área funcional j y D_j^i las acciones que la empresa i está tomando en el área j para adoptar nuevas tecnologías. Al igual que G_j^i , F_j^i toma valores enteros entre 1 y 4 según la generación tecnológica declarada en el área funcional j . Por su parte, adopta el valor 0 cuando la firma responde no estar llevando a cabo ninguna acción para alcanzar la generación tecnológica que prevé tener dentro de 10 años, 2 cuando declara estar haciendo estudios iniciales, 3 cuando definió proyectos, pero todavía no los ha implementado, y 4 cuando contesta estar implementando las acciones.

El denominador $4-G_j^i$ de la expresión (2) cuantifica la brecha tecnológica existente en el área funcional j y el numerador $F_j^i-G_j^i$ hace lo propio con lo que la firma espera cerrar de esa brecha en los próximos diez años. Por su parte, el término $D_j^i/4$ opera como un factor de escala que pondera el porcentaje de la brecha que se planea cerrar en los próximos 10 años de acuerdo

a las acciones concretas que se están tomando con ese objetivo. Así, por ejemplo, si la firma i declara poseer tecnología de primera generación en el área funcional j ($G_j^i=1$), planea moverse a una tecnología de tercera generación en diez años ($F_j^i=3$), y declara haber definido un plan concreto para tal fin pero no estar implementándolo aún ($D_j^i=3$), nuestro índice reportaría —si lo mismo ocurriese con las otras cuatro áreas funcionales— un valor de 0,5.

Definidos los dos índices, podemos asignarles valores para cada una de las 293 firmas y, en base a ellos, formar los tres grupos que mencionamos antes. Para realizar el agrupamiento, empleamos una estrategia en tres etapas. En la primera, identificamos los parámetros que definen a las firmas que pertenecen a cada uno de los tres grupos.

Lo que caracteriza a las firmas de tecnología avanzada o Cóncores es que emplean en promedio tecnologías de tercera generación o más. En consecuencia, decimos que la firma i pertenece a este grupo si:

$$✓ \quad A_i \geq 3$$

Las características que distinguen a los Alpinistas es poseer tecnología media o estar llevando a cabo acciones para adoptar tecnologías de nueva generación. Para hacer operativas estas características, consideramos que la firma i pertenece a este grupo si cumple con los siguientes requisitos:

$$✓ \quad A_i \leq 2,8$$

$$✓ \quad A_i \geq -\frac{10}{3}(C_i)^2 - \frac{1}{3}C_i + 2,4$$

La primera condición sirve para excluir firmas de tecnología avanzada que forman parte del grupo de Cóncores. La segunda establece una relación no lineal entre el índice de adopción tecnológica (A) y el de dinamismo (C). La forma cuadrática de esta condición implica que para pertenecer al grupo de Alpinistas, se les exija a las firmas que poseen actualmente tecnologías menos avanzadas —dentro del rango tecnológico medio— estar llevando a cabo una estrategia activa más agresiva para reducir la brecha que hoy las separa de la frontera tecnológica. De acuerdo a la forma funcional, esta exigencia se hace gradualmente menos demandante a medida que el índice de adopción tecnológica aumenta. Así, por ejemplo, es posible que una firma con adopción tecnológica media de entre 2,4 y 2,8 que no está tomando ninguna acción para reducir su brecha tecnológica conviva dentro del grupo de Alpinistas con otra que tiene un índice de adopción tecnológica de 2, pero que está comprometida con reducir más del 30% de su brecha tecnológica ($C_i > 0,3$). Es importante considerar que menos del 10% de las empresas encuestadas posee un índice de dinamismo $C_i > 0,5$.

Finalmente, consideramos que la firma i forma parte del grupo de *Trekkers* de firmas de tecnología más atrasada y sin convergencia, si:

$$✓ \quad A_i \leq 1,4$$

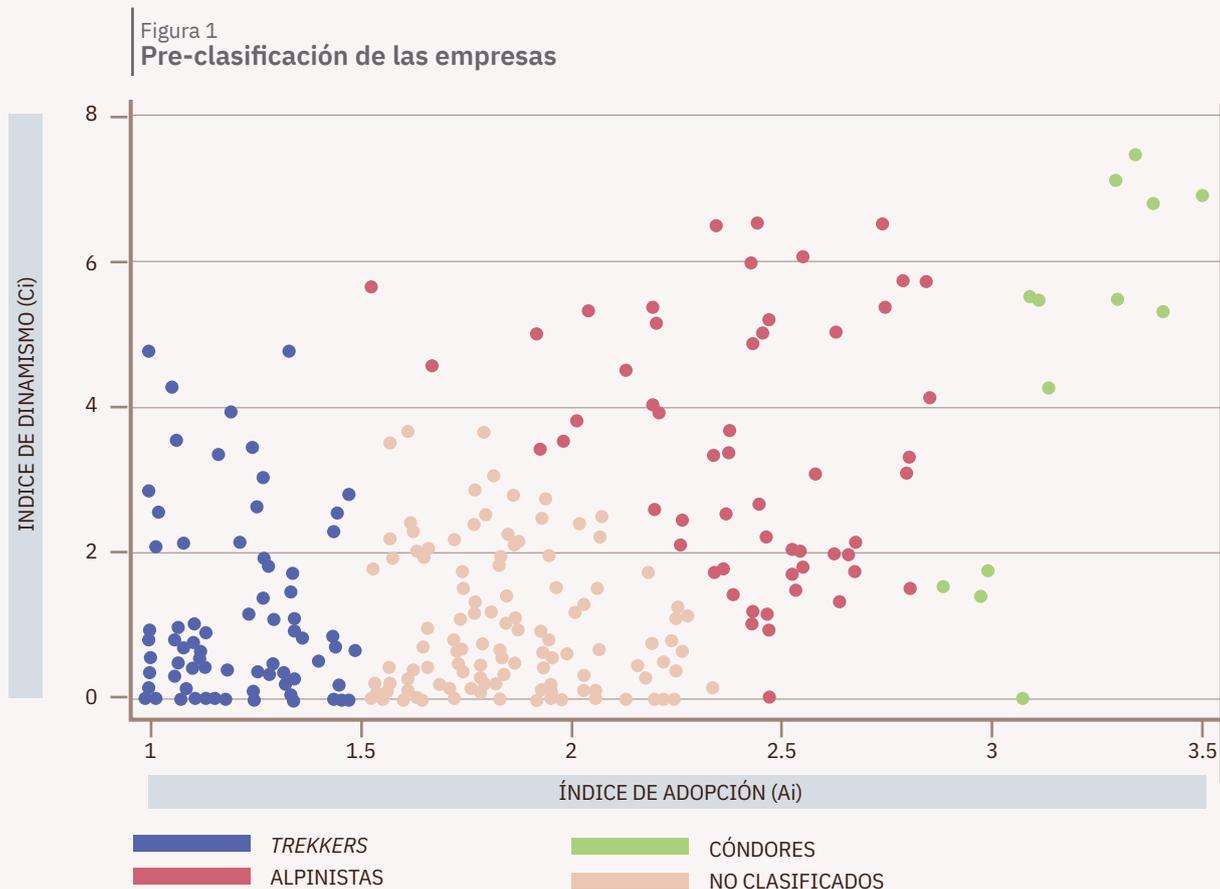
$$✓ \quad C_i < 0,5$$

- ✓ En ninguna de sus áreas funcionales tiene la tecnología superior a las de la segunda generación

Empleando estos criterios de identificación, logramos clasificar 167 de las 293 empresas consideradas en el estudio. Un conjunto de 126 firmas no reunía los criterios para formar parte de ninguno de los tres grupos definidos. En otras palabras, sus características las hacen ubicarse en una zona indefinida, “entre grupos”.

Dada esta circunstancia, **en una segunda etapa utilizamos el algoritmo de clasificación de k-vecinos cercanos para asignar a estas 126 empresas a alguno de los grupos.** Este método consta a su vez de dos etapas. En una primera etapa, se aplica sobre una “muestra de entrenamiento”, compuesta por aquellas observaciones que ya han sido clasificadas. En esta primera instancia el algoritmo calcula la distancia euclidiana entre observaciones en términos de -en este caso- el índice de adopción y el índice de dinamismo. En base a ello determina las k (número a determinar por el usuario) observaciones más cercanas en términos de estos índices - los “k vecinos más cercanos” - a cada observación y clasifica a la misma en función del grupo al que pertenece la mayoría de esos k vecinos cercanos. Una vez hecho eso, estima la probabilidad de pertenecer a cada grupo condicional a los valores que adopten ambos índices. Con dicha estimación, en una segunda instancia, se clasifica tanto a la muestra no clasificada como a la “de entrenamiento”.

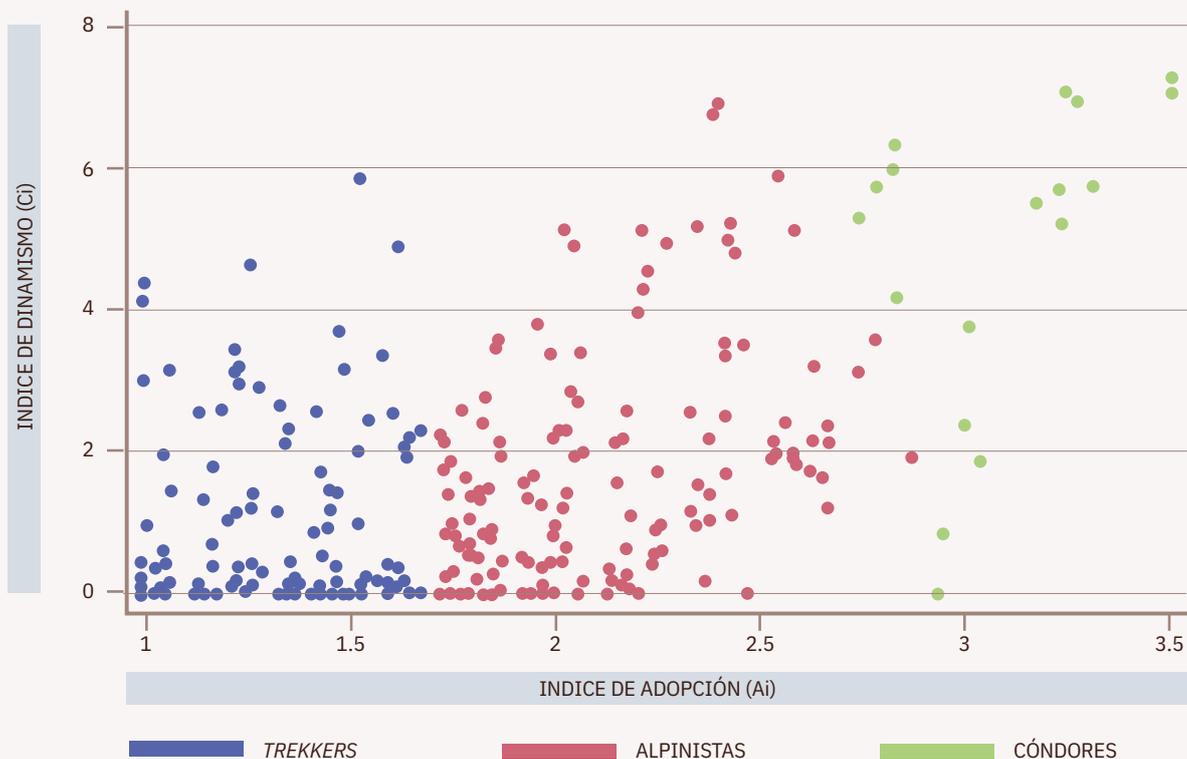
Como muestra la Figura 1, la mayoría de las empresas no clasificadas se encontraban entre los grupos de Alpinistas y *Trekkers*. Por esa razón, aplicamos el algoritmo excluyendo a los Cóndores.



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Finalmente, en una tercera etapa, sometimos a toda la muestra -es decir, incluyendo a las empresas del grupo de Cóndores- al algoritmo de k-vecinos cercanos para que el algoritmo refinara nuestra clasificación original. La razón de esta última etapa fue agrupar empresas lo más parecidas entre sí que fuera posible de acuerdo con un método que no estuviera determinado exclusivamente por las condiciones que establecimos en la primera etapa. El resultado final se muestra en la Figura 2.

Figura 2
Agrupamiento de la muestra entera



Fuente: Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.