



Revista Brasileira de Inovação

ISSN: 1677-2504

ISSN: 2178-2822

Universidade Estadual de Campinas

Britto, Jorge; Urraca-Ruiz, Ana; Ferraz, João Carlos; Torracca, Julia; Schmidt, Henrique

El impacto de la digitalización sobre empleo y las
habilidades por estadios de adopción en Brasil y Argentina

Revista Brasileira de Inovação, vol. 22, e023015, 2023

Universidade Estadual de Campinas

DOI: <https://doi.org/10.20396/rbi.v22i00.8668456>

Available in: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=641775171010>

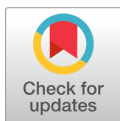
- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's webpage in redalyc.org

UABM  redalyc.org

Scientific Information System Redalyc

Network of Scientific Journals from Latin America and the Caribbean, Spain and
Portugal

Project academic non-profit, developed under the open access initiative



El impacto de la digitalización sobre empleo y las habilidades por estadios de adopción en Brasil y Argentina

Jorge Britto* , Ana Urraca-Ruiz** , João Carlos Ferraz*** ,
Julia Torracca**** , Henrique Schmidt***** 

* Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói (RJ), Brasil.

E-mail: britto.jorge@gmail.com

** Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói (RJ), Brasil.

E-mail: anauracarui@gmail.com

*** Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

E-mail: jcferraz@ie.ufrj.br

**** Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

E-mail: julia.torracca@ie.ufrj.br

***** Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

E-mail: henriqueschmidtreis@hotmail.com

RECIBIDO EN: 16 FEBRERO 2022 REVISADO EN: 20 MARZO 2023 ACCEPTADO: 03 AGOSTO 2023

RESUMO

El objetivo principal de este estudio es relacionar estadios de digitalización en empresas industriales argentinas y brasileñas con la percepción del impacto de la adopción en dos dimensiones del mercado laboral: la creación de empleo y las habilidades requeridas en la demanda de trabajadores. Para ello, se utiliza la información obtenida en encuestas originales y recientes realizadas en ambos países. Los resultados muestran una asociación positiva entre la adopción de soluciones digitales más avanzadas y una perspectiva de creación de empleo en ambos países, así como una necesidad cada vez mayor de desarrollar las habilidades sociales y la interacción hombre-máquina de los trabajadores. El estudio sugiere que el crecimiento esperado de las empresas en sus respectivos mercados debido a la adopción de tecnologías digitales determina la relación de éstas con el empleo en el nivel de la empresa.

PALABRAS CLAVE | ETAPAS DE DIGITALIZACIÓN; EMPLEOS Y HABILIDADES; ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS; ARGENTINA; BRASIL

The impact of digitalization on employment and skills by stages of adoption in Brazil and Argentina

ABSTRACT

This work aims to relate the stages of digitalization of Argentine and Brazilian industrial firms to their perception of how adopting digital technologies affect the labor market concerning job creation and demanded workforce skills. We used the information obtained in recent original field surveys conducted in both countries. The results show a positive correlation between adopting more advanced digital solutions and expectations of job creation in both countries. They also point out the need to further develop workers' social skills and human-machine interaction. The study suggests that the expected growth of companies in their respective markets due to the adoption of digital technologies determines the relationship between those and employment at the firm level.

KEYWORDS | STAGES OF DIGITALIZATION, EMPLOYMENT, QUALIFICATION, ADOPTION, ARGENTINA, BRAZIL

1. Introducción

La revolución tecnológica digital ha dado paso al debate sobre su impacto sobre el empleo (desempleo tecnológico) y al potencial de obsolescencia de una gran parte de la fuerza de trabajo (MOKYR; VICKERS; ZIEBARTH, 2015) previendo altas tasas de eliminación de ocupaciones (FREY; OSBORNE; 2013, 2017), simultáneamente con la aparición de nuevas formas de empleo (ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT; 2016a; EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS, 2018; WORLD BANK, 2019; INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, 2019). Las perspectivas más “pesimistas” argumentan sobre la posibilidad de una ruptura en gran escala resultante de los avances en los campos de la inteligencia artificial, la automatización, la robótica, la impresión 3D y la nanotecnología, cuyos costos decrecientes estimularían un amplio proceso de sustitución del trabajo (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011, 2014). Además, las tecnologías digitales estarían reemplazando mano de obra no cualificada e, incluso, existiría la posibilidad de que tecnologías cada vez más inteligentes lleguen a colocar en riesgo el empleo de trabajadores más cualificados (SACHS; KOTLIKOFF, 2012).

En oposición, otros estudios no observan reducción de empleo especializado en tareas rutinarias de Estados Unidos (DORN et al., 2015), sino que incluso se esperan impactos positivos netos de demanda por mano de obra de actividades rutinarias por la creación de nuevas tareas tanto en Europa (GREGORY; ARNTZ; ZIERAHN, 2016) como en los Estados Unidos (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2017c). Además, los requisitos educativos actuales de las ocupaciones que tienden a crecer son, en general, más altos que los de los puestos de trabajo desplazados por la automatización (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2017a). Para economías emergentes, como China e India, habría indicios de que los empleos de salario medio crecerán rápidamente a medida que esas economías se desarrollen. (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2017b). La sustitución tecnológica del trabajo

en América Latina tendería a centrarse en la viabilidad tecnológica de la automatización, dando lugar a un cierto determinismo tecnológico que podría ser contrarrestado en virtud de la posibilidad efectiva de sustitución tecnológica (WELLER; GONTERO; CAMPBELL, 2019).

Recientemente, la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y Trabajo elaboró tres posibles escenarios sobre digitalización y empleo: (a) de altos costes de automatización con bajo nivel de automatización y bajo impacto sobre el empleo; (b) bajos costes de automatización y elevadas pérdidas de empleos; y (c) bajos costes de inversión de la automatización, pero con mecanismos de compensación basados en la reducción de horas de trabajo (EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS, 2021). Los impactos laborales se concentrarían en un conjunto específico de ocho tecnologías con un alto potencial disruptivo o *game changing technologies*, como la robótica avanzada; fabricación aditiva (v.g. impresión 3D); Internet de las Cosas (IoT) industrial y los dispositivos o sensores “ponibles” (*wearables*); vehículos eléctricos; vehículos autónomos; biotecnologías industriales; *blockchain*; y realidad virtual y aumentada (EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS, 2020). Estas tecnologías tendrían un impacto potencial tanto para la creación como para la destrucción de empleos, aunque sin estimaciones concluyentes sobre cuál sería mayor. La creación de empleo sucedería entre las ocupaciones con mayores requerimientos de cualificación y profesiones especializadas, así como en ocupaciones relacionadas con el tratamiento de datos, análisis de datos y algoritmos. La destrucción de empleo está menos clara: algunas ocupaciones rutinarias de baja cualificación serían probablemente las más afectadas, aunque también lo estarían algunas ocupaciones de alta cualificación y profesiones especializadas.

Los efectos de la digitalización sobre el empleo pueden clasificarse en cuatro grandes categorías: (1) creación de nuevos puestos de trabajo, normalmente vinculados directamente con la tecnología (ingenieros, especialistas en redes, informáticos); con el ecosistema asociado (desarrolladores de aplicaciones móviles, científicos de datos, especialistas

comunitarios en redes sociales); en ocupaciones tradicionales, al propiciar la creación de nuevas empresas o la expansión de las existentes; (2) transformación de puestos de trabajo, derivada de la adaptación a los procesos de trabajo, que obligarían a los trabajadores a adquirir nuevas competencias para mantener su empleo; (3) externalización de puestos de trabajo en nivel nacional o internacional, esto es, las condiciones de menores costes o mayor productividad llevaría a la reducción de empleos directos en un local y la creación de empleo en otro; (4) pérdida de puestos de trabajo, cuando la tecnología realiza tareas que previamente realizadas por personas (ver ROOSEVELT INSTITUTE, 2015; BALLIESTER, ELSHEIKHI, 2018; MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2017b; NÜBLER, 2016 para una síntesis de estas tendencias).

La mayor parte de los estudios sobre las implicaciones de la digitalización sobre empleo y habilidades utiliza observaciones recientes o especificaciones de registros administrativos y muy pocos de ellos trabajan sobre bases de datos que compilan expectativas empresariales. En este sentido, este artículo tiene como objetivos: (i) debatir, a partir de dos paneles de empresas, el grado de digitalización de las empresas industriales argentinas y brasileñas prospectivamente, esto es, sobre como hoy se espera que la digitalización se encuentre en el futuro; y (ii) comparar la percepción de las empresas que respondieron a esos paneles sobre el nivel de empleo y habilidades de acuerdo con su estadio de digitalización. Con este objetivo, el trabajo utilizará informaciones extraídas de dos encuestas de digitalización aplicadas en Brasil y Argentina realizadas por respondientes cualificados acerca del impacto de la generación digital que se prevé adoptar en los próximos 5 a 10 años sobre el empleo y la demanda por nuevas cualificaciones.

Además de esta introducción, el trabajo está organizado en las siguientes secciones. La sección 2 presenta el debate teórico acerca de la relación entre tecnologías digitales y trabajo. La sección 3 aborda las características de la base de datos. La sección 4 presenta el método utilizado y los resultados extraídos sobre los estadios de adopción en ambos países. La sección 5 discute la asociación entre esfuerzos y etapas de adopción de tecnologías digitales y empleo, así como los

resultados con relación a las habilidades laborales. La última sección discute los principales resultados.

2. Tecnologías digitales, empleo y habilidades

El cambio tecnológico tiene lugar en entornos productivos, sociales, legales y regulatorios concretos, siendo influenciado por numerosos factores como la expectativa de retorno de la inversión; los marcos y estándares regulatorios; la dotación de infraestructura y el acceso a factores de inputs; la aceptación social y las preocupaciones éticas; la salud y seguridad en el trabajo; etc (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2014). La adopción tecnológica está condicionada asimismo por características de las empresas, como su tamaño y especialización sectorial, así como su estrategia y su cultura, como, por ejemplo, la resistencia a los cambios. En el nivel de la empresa, el *trade-off* entre creación y destrucción de empleo depende de la particular mezcla de soluciones digitales adoptadas, del ritmo en el que se introducen estas soluciones y de la posibilidad de reconversión del perfil de cualificaciones preexistentes. En teoría, los trabajadores pueden adaptarse para realizar nuevas tareas a través de la recualificación, implicando un cambio hacia trabajos no rutinarios que son más difíciles de automatizar (ACEMOGLU; RESTREPO, 2019). La evidencia indica que algunos grupos laborales emergentes presentan oportunidades significativas para la transición hacia trabajos con una demanda creciente, a través de cambios en los perfiles profesionales, incluso en la dirección de ocupaciones completamente nuevas, algunos de estos llamados “trabajos del futuro” (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020). Este proceso tiene impactos directos en las necesidades de recualificación (*reskilling*) de los trabajadores (AUTOR, 2015).

La relación entre el cambio tecnológico y la dinámica de creación o eliminación de empleos es esencialmente compleja y tiende a estar fuertemente modulada por las resultantes de la adopción de tecnologías sobre el producto y la productividad de empresas aisladas, del proceso competitivo con sus pares para atender demandas de sus mercados y, en un nivel más agregado, del ciclo de crecimiento de

un país. De forma estilizada: si la resultante del proceso de adopción de tecnologías digitales es el crecimiento del producto de un país o región por encima de la productividad, la probabilidad de absorción de empleo será más alta que cuando la productividad aumenta por encima del producto. Además, las relaciones entre empleo y progreso técnico también están afectadas por la existencia de políticas públicas que incidan decisivamente en las expectativas y conductas de empresas y trabajadores (AUTOR; SALOMONS, 2018).

Análogamente, desde una perspectiva meso económica, si en un sector las empresas que lideran el proceso de adopción registran un aumento del producto por encima del aumento de la productividad, habrá absorción líquida de empleos (ACEMOGLU; RESTREPO, 2018; BRYNJOLFSSON; ROCK; SYVERSON, 2017; ROLAND BERGER, 2016). Si la adopción de soluciones digitales es asimétrica, la industria pasará por un proceso de fuerte selección competitiva; las empresas con comportamientos más pasivos serían penalizadas y el distanciamiento de los líderes tecnológicos (y competitivos) aumentará. Entre los rezagados, algunos podrían sucumbir y desaparecer. La resultante final sería, entonces, la destrucción neta de empleos en el margen inferior y la diversidad y heterogeneidad, en lugar de ser mitigada, podrá reproducirse o incluso aumentar.

Desde la perspectiva de la cualificación, varios estudios asocian el proceso de digitalización con una revolución de las habilidades de los trabajadores (FREY; OSBORNE; 2013, 2017; BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011; SACHS; KOTLIKOFF, 2012; MOKYR; VICKERS; ZIEBARTH, 2015). Las habilidades técnicas y sociocognitivas son necesarias para poder realizar una o más funciones de trabajo. En general, las habilidades están vinculadas a ciertos atributos personales y profesionales -como el dominio, la facilidad o la destreza- adquiridos o desarrollados a través de la formación y la experiencia provenientes de conocimientos, prácticas y aptitudes adquiridas de un esfuerzo deliberado, sistemático y sostenido para realizar actividades o funciones complejas de una manera natural y adaptativa.

Las habilidades generalmente se articulan en un cierto nivel de conocimiento y se obtienen a través de la educación formal, la experiencia

y la formación. La llamada “revolución de las habilidades” tiende a destacar la importancia de un modelo educativo centrado en las áreas denominadas STEM (do inglés *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, traducido Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), eventualmente ampliado (STEAM) incluyendo áreas como la cultura general y la educación artística (A), o STREAM, que incluye conocimientos básicos en el campo de la robótica y la inteligencia artificial (R). Algunas reseñas (ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2016b, 2019; WORLD BANK, 2020; UNITED NATIONS, 2018) destacan una diferenciación entre las habilidades de contenido (que incluyen alfabetización general, tecnologías digitales y aprendizaje activo), habilidades cognitivas (como la creatividad y el razonamiento matemático) y habilidades de proceso (como habilidades de interacción y pensamiento crítico). La necesidad de desarrollar nuevas habilidades demanda tiempo e inversiones lo que está en contraposición con la velocidad con la que se produce el cambio técnico y cómo se puede mejorar el capital humano (GOLDIN; KATZ, 2009).

Con la “revolución de las habilidades”, el futuro del trabajo pasaría a depender casi exclusivamente de las fuerzas cerebrales humanas asociadas con la flexibilidad derivada de las capacidades de procesar, integrar y comunicar muchos tipos de información para realizar tareas complejas (LEVY; MURNANE, 2013). En esta visión, los empleadores deben centrarse en crear un ambiente que aproveche las capacidades estrictamente humanas, como la curiosidad, la imaginación, la creatividad y la inteligencia social y emocional. Si bien la necesidad de habilidades técnicas sigue siendo fuerte, la necesidad de personas con habilidades de comunicación, interpretación y pensamiento sintético adquiere una importancia mayor. Estas funciones requieren nuevos tipos de habilidades sociales que rara vez se desarrollan a través de cursos técnicos formales. Se trata de un tipo de habilidades llamadas “blandas” que se relacionan con cualidades interpersonales o intrapersonales necesarias para que el individuo interactúe y progrese profesionalmente.

La incorporación generalizada de tecnologías digitales en procesos de producción puede imponer nuevas demandas por habilidades vinculadas al manejo y control de dispositivos de interacción hombre-máquina

(*human-computer interface*, HCI). Estos dispositivos son módulos o herramientas que, acoplados a otras tecnologías, funcionan como canales de comunicación entre las personas y los sistemas informáticos. A diferencia de los análisis que destacan el potencial para reemplazar trabajos debido a la creciente adopción de tecnologías digitales, el análisis que destaca la profundización de la interacción hombre-máquina apunta a nuevas posibilidades (ROGERS, 2012; REN, 2016; LEWIS; HORVITZ, 2017). Si, por un lado, con el apoyo de la inteligencia artificial, las máquinas, son cada vez más inteligentes y capaces de realizar tareas que antes eran exclusivas de los seres humanos, la interacción hombre-máquina se está volviendo cada vez más natural e intuitiva, a medida que las tecnologías de reconocimiento de voz, el procesamiento del lenguaje natural y otros avances permiten que las personas se comuniquen con las máquinas de manera más eficiente, fluida y eficaz. Las HCI envuelven dos funcionalidades esenciales. Por un lado, el monitoreo, que permite al usuario hacer seguimiento, detectar y/o visualizar el funcionamiento de una tecnología y, al mismo tiempo, conocer las características y estado del sistema que está controlando. Por otro, el pilotaje, el cual permite que un usuario dé instrucciones, modifique parámetros, realice consultas y controle el funcionamiento o proceso físico. En este sentido, es posible evolucionar hacia una relación hombre-máquina en la que el cambio tecnológico no está dirigido exclusivamente a sustituir el trabajo, sino en el que las personas juegan un papel fundamental (DAUGHERTY; WILSON, 2018). En particular, esta interacción complementaria tiende a profundizarse ya que las tecnologías digitales permiten a los trabajadores realizar múltiples tareas, como supervisar las condiciones de funcionamiento; buscar seleccionar y procesar información; comunicarse con colegas o clientes; y resolver múltiples problemas.

3. Las fuentes de información

Las encuestas realizadas en Brasil y en Argentina tienen como punto de partida el Proyecto I-2027, una iniciativa creada por la Confederación Nacional de la Industria de Brasil (CNI) en alianza con la UFRJ y la

UNICAMLP cuyo objetivo era verificar el uso actual y esperado de la digitalización en la industria brasileña (INSTITUTO EUVALDO LODI., 2018). La encuesta argentina se ejecutó en 2018 siguiendo la metodología brasileña I-2027 (ALBRIEU et al., 2019a, b), pero introduciendo preguntas relacionadas con las habilidades de la fuerza de trabajo y el impacto de la digitalización en el empleo. En 2020, se realizó una nueva encuesta en Brasil en el marco del Proyecto I-2030 que ya incluyó las preguntas sobre empleo introducidas en la encuesta argentina. Cabe señalar que la investigación aborda la “percepción” de las empresas sobre el estado actual y esperado de adopción de tecnologías digitales, a partir de ciertos supuestos a partir de los cuales se identifican como referentes diferentes “generaciones” de estas tecnologías. Sin embargo, es importante considerar que esta valoración, de carácter esencialmente “cualitativo”, está influenciada por el grado de conocimiento de los encuestados de cada empresa sobre estas tecnologías. La información se recolectó a partir de cuestionarios electrónicos respondidos por representantes de la alta dirección, con amplio conocimiento sobre la adopción de tecnologías digitales por parte de las empresas.

La propuesta para investigar el proceso de adopción de soluciones digitales, aquí perseguida, se construye sobre cuatro referencias básicas: (i) el objeto de la medición no es una tecnología individualizada, sino una solución sobre cómo proceder, con el apoyo de las tecnologías digitales, para el desempeño de diferentes funciones empresariales; (ii) pueden coexistir diferentes generaciones de soluciones digitales para determinada función empresarial; (iii) como el proceso de cambio es intenso y rápido, importa indagar cuáles son las perspectivas de adopción en el futuro próximo y como las empresas se preparan en la actualidad para este proyecto de futuro y, (iv) la formulación de preguntas debe ser apropiada para que pueda ser contestada por todas las empresas, más allá de su actividad económica. Teniendo una referencia avanzada (como la Industria 4.0), estas informaciones reflejarían tanto el nivel de actualización tecnológica como un posible movimiento hacia una producción cada vez más conectada e inteligente. Esta perspectiva más “evolutiva” sobre la trayectoria de los procesos de digitalización en las empresas industriales - expresada en

la identificación de distintas “generaciones digitales” - puede referirse tanto a la situación de las empresas individuales como, a partir de ellas, a una caracterización general de la industria como un entero. El Informe “*Industrial Development Report 2020: Industrializing in the digital age*” de la UNIDO (UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION, 2019) incorpora esta diferenciación, utilizada como referencia en varios estudios a nivel internacional.

La metodología de la encuesta presupone que pueden coexistir diferentes generaciones digitales para realizar determinadas funciones empresariales. Las empresas identificaron la generación actual, la proyectada en los próximos 5-10 años y los esfuerzos realizados (preparación) para realizar su proyección. Tomando como referencia las soluciones digitales más avanzadas, se elaboró una clasificación de cuatro generaciones (G1, G2, G3 y G4) estilizadas en tres funciones empresariales: relación con proveedores, gestión de producción y relación con el cliente. La primera generación (G1) incluye soluciones digitales ya relativamente maduras y que normalmente se utilizan para fines específicos, esto es, en alguna función particular. En la G1, las tecnologías digitales desempeñan tareas muy específicas en funciones empresariales localizadas. La relación con proveedores y clientes se realiza a través de transmisiones manuales o telefónicas. En la segunda generación (G2), las tecnologías digitales tienen un campo de aplicación más amplio permitiendo hacer la producción más ágil y flexible. Así, puede haber algún grado de integración entre funciones empresariales como CAD-CAM, pero sin abarcar todo el ámbito de una función. Su adopción implica incrementos en la eficiencia de las empresas y en la calidad de sus productos y procesos. La transición de G1 a G2 no requiere grandes esfuerzos en términos de cambio organizacional e inversiones. En la tercera generación (G3), las tecnologías están más integradas e interconectadas para ejecutar el control de diferentes funciones empresariales. El grado de compromiso con proveedores y clientes es alto y la empresa puede activar o responder a las demandas casi en tiempo real. La transición de G2 a G3 requiere esfuerzos significativos de inversión en adopción para integrar plenamente sus funciones de negocio y estandarizar de forma integral y eficaz sus procesos y sistemas de información. En la cuarta generación (G4), las empresas

logran la producción integrada, conectada e inteligente, es decir, las tecnologías digitales apoyan en tiempo real los procesos de decisión, con uso intensivo de inteligencia artificial. Para pasar de G3 a G4, son necesarios cambios sustanciales, ya que la generación G4 se caracteriza por el uso de dispositivos avanzados de comunicación, robotización, sensorización, *big data* e inteligencia artificial, entre otros.

La pregunta relativa al impacto esperado en la dotación de personal en los próximos cinco a diez años para cada función organizacional indicaba cuatro posibilidades: (1) más personal, (2) mismo personal, (3) menos personal; (4) no sabe, relativamente a la situación actual. La pregunta acerca de las habilidades necesarias a la hora de contratar personal para su empresa teniendo en cuenta el proceso de digitalización en los próximos cinco a diez años señalaba para cada habilidad (blandas, interacción hombre-máquina, STEM y tareas repetitivas y/o manuales) un *grado* de importancia ('muy importante', 'algo importante', 'poco importante', 'nada importante', 'no sé') en el caso argentino y una *orden* de importancia para el caso brasileño.

El emparejamiento entre empresas argentinas y brasileñas se realizó de acuerdo con la actividad principal. El panel final contiene 256 empresas argentinas de la encuesta de 2018 y 474 empresas brasileñas de la encuesta de 2020 (Cuadro 1). Como la encuesta argentina consideraba empresas con menos de 50 empleados y la brasileña no, las empresas fueron clasificadas entre mayores (grandes) y menores (pequeñas) de 100 empleados. Con esta distribución, el 66,5% de las empresas brasileñas son grandes, mientras que esta proporción representa menos del 23,8% entre las argentinas. La clasificación por sistema productivo siguió la propuesta previamente consolidada en la encuesta brasileña I-2027 (Cuadro 1). La distribución por sistema productivo tiene cierta equivalencia entre países con la excepción del sector de bienes de consumo, más presente en Argentina, y el sector químico, con una mayor participación en Brasil. Por otro lado, la capacitación de la fuerza de trabajo se midió como la proporción de trabajadores de alto nivel (grados en ingeniería, ciencia, tecnología y matemáticas) en relación con el número total de empleados a partir de datos da RAIS 2019. Como el perfil de capacitación puede variar según

CUADRO 1
Caracterización del panel de empresas argentinas y brasileñas ⁽¹⁾

Tamaño	Brasil		Argentina	
Menos de 100 empleados	159	33,5%	195	76,2%
Más de 100 empleados	315	66,5%	61	23,8%
General Total	474	100,0%	256	100,0%
Sistema de producción ⁽²⁾	Brasil		Argentina	
Agronegocios	83	17,5%	43	18,0%
Bienes de capital	107	22,6%	63	24,7%
Bienes de consumo	81	17,1%	60	23,5%
Complejo automotriz	59	12,4%	38	14,9%
Insumos básicos	30	6,3%	12	4,7%
Química	94	19,8%	34	13,3%
Tecnología, Información y la Comunicación	20	4,2%	3	1,2%
General Total	474	100,0%	256	100,0%
Capacitación de la fuerza de trabajo ⁽³⁾	Brasil		Argentina	
Bajo	84	21,1%	47	18,4%
Medio-Bajo	88	22,1%	65	25,5%
Medio-Alto	112	28,1%	69	27,1%
Alto	115	28,8%	74	29,0%
General Total	399⁽³⁾	100,0%	255⁽⁴⁾	100,0%

⁽¹⁾ número de empleados; Brasil - RAIS/Ministerio de Trabajo (BRASIL, 2018) o; Argentina- propio cuestionario. ⁽²⁾ agregación sectorial CNAE Brasil basada en la ISIC (UNITED NATIONS, 2018). ⁽³⁾ Brasil; actividades STEM para las empresas localizadas en el Informe Anual de Información Social (RAIS) (BRASIL, 2018). No fue posible extraer el personal ocupado en las actividades STEM para todas las empresas del grupo del Brasil. Por lo tanto, la medida de capacitación de la fuerza de trabajo tiene un número menor de observaciones que las otras variables de cuadro. ⁽⁴⁾ Una empresa de investigación argentina seleccionada no respondió a esta pregunta del cuestionario.

Fuente: Elaboración propia, Encuesta I-2030 y Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

el sistema productivo, el cálculo del nivel de capacitación se realizó para cada sistema productivo en cuatro rangos (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) de acuerdo con la distribución del indicador por cuartiles.

Una nota es importante sobre los paneles de empresas considerados en el análisis. Estos paneles no se construyeron con la intención de representar fielmente la distribución sectorial de la estructura industrial de los dos países, ni de representar una muestra estadísticamente significativa del conjunto de la población de empresas industriales. Comparando las muestras de ambos países, se observa un mayor

peso relativo del sector de Bienes de Consumo en Argentina, frente al mayor peso relativo de los sectores de Química e Información y Comunicación en Brasil. También es posible comparar la distribución sectorial de las empresas de las muestras con la distribución sectorial de las empresas innovadoras captada por las Encuestas de Innovación realizadas en Argentina y Brasil, respectivamente, en los años 2016 y 2017, como se ilustra en el Anexo 1. En comparación con la distribución de empresas en las Encuestas de Innovación, en las muestras se observa una mayor participación relativa de los sectores Bienes de Capital y Complejo Automotor, frente a la menor participación del sector Insumos Básicos, lo que se explica por la importancia de dichos sectores. sectores como canales de difusión de las tecnologías digitales en el tejido inter-industrial.

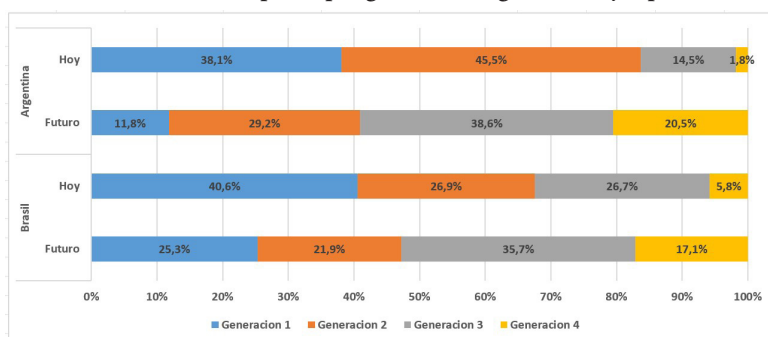
4. Estadios de adopción de tecnologías digitales en Argentina y Brasil

4.1 Situación actual (percibida), situación futura (prevista) y esfuerzos de preparación

La Figura 1 revela el uso de tecnologías digitales presente y esperada. La proporción de empresas en las muestras (paneles) actualmente situadas en G4 es muy baja en ambos países. La mayor diferencia está en las generaciones más antiguas: Argentina tiene una mayor proporción de empresas de la muestra en G1 y G2 en comparación con Brasil. Cabe considerar que la mayor proporción de empresas pequeñas en la muestra argentina puede ayudar a justificar la mayor prevalencia de las etapas G1 y G2. En cuanto al futuro, todo indica una visión optimista en ambos países hacia una evolución a generaciones digitales más avanzadas, en los próximos cinco a diez años. En conjunto, más de la mitad de las empresas brasileñas en la muestra informan una intención de transición hacia G3 y G4. Aun así, más del 25% de las empresas todavía se ve en G1 en los próximos años, un porcentaje relevante y un desafío importante para la industria brasileña con respecto a las

estrategias de modernización y competitividad. En comparación con Brasil, las empresas argentinas en la muestra reportan una expectativa de mayor participación en G4, en el futuro.

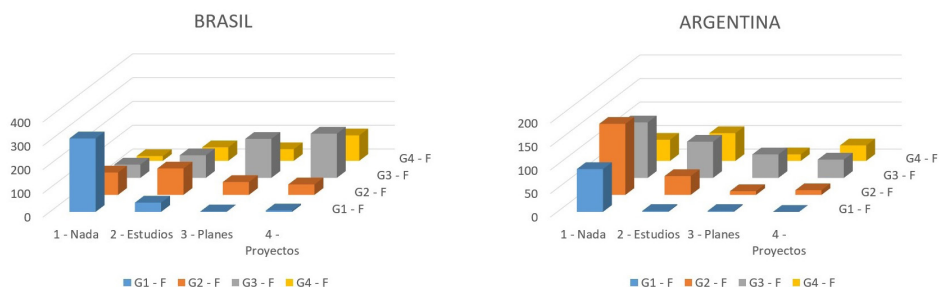
FIGURA 1
Distribución de empresas por generación digital actual y esperada



Fuente: Elaboración propia a partir de I-2030; Encuesta INTAL-BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Las encuestas también permiten evaluar cómo las empresas de las muestras argentinas y brasileñas se preparan para la generación digital que proyectan a futuro. La asociación entre la generación digital esperada y el nivel de preparación indica si habrá condiciones para el avance planeado, así como el grado de coherencia entre la magnitud de la evolución esperada y el esfuerzo en curso para permitir esta evolución. La Figura 2 asocia las expectativas de las empresas de adopción de soluciones digitales en el futuro con las acciones en curso para lograrlo para las empresas de

FIGURA 2
Generación digital esperada y esfuerzo de preparación en Argentina y Brasil. Número de empresas.



Fuente: Elaboración propia basada en datos de la investigación I-2030 y Encuesta INTAL-BID, CIPPEC y UIA, 2018.

ambos países. En el caso de Brasil, en comparación con Argentina, existe una mayor correspondencia entre las expectativas de adopción futura y los esfuerzos realizados en esta dirección. También en este caso, se debe considerar que la mayor proporción de pequeñas empresas en la muestra argentina puede explicar, en parte, una menor capacidad para realizar esfuerzos más intensos en las distintas generaciones digitales.

4.2 Aspectos metodológicos: IAA, IDC y estadios de digitalización

El análisis de la adopción actual y la estimación de los estadios utiliza dos indicadores: el Índice de Adopción Actual (IAA) y el Índice de Digitalización Condicionado (IDC). El IAA representa un nivel de digitalización relativo a la media de las generaciones digitales adoptadas por la empresa en sus tres funciones. Considerando que el tránsito entre generaciones no es un proceso lineal, se confirió un valor numérico progresivo a cada una de las generaciones relatadas en su función: la generación 1 (G1) asume un valor igual a 3; la generación 2 (G2) igual a 5; la generación 3 (G3) un valor igual a 8; y la generación 4 (G4) un valor de 13. Esta atribución significa que pasar de G1 a G2 sería un proceso más simple que pasar de G3 a G4, suponiendo que éste último requiere esfuerzos más significativos. El IAA por empresa se calcula como la media aritmética de los valores atribuidos a las generaciones relativas a cada función: relación con proveedores, gestión de la producción y relación con clientes. Posteriormente, los valores del IAA fueron normalizados por el valor más alto (13) para oscilar entre 0 y 1 (Figura 3).

El IDC identifica la posición relativa de las empresas en relación con una situación de frontera representada por el estado de digitalización más avanzado. El IDC se calcula como una tasa de variación ponderada por el nivel de preparación de la empresa para ejecutar su expectativa de digitalización, esto es:

$$IDC_i = \left\{ G_i^0 (1 + \rho_i \varphi_i), se G_i^F > G_i^0; G_i^0 (1 + \rho_i \delta_i), se G_i^F = G_i^0 \right\} \quad (1)$$

FIGURA 3

Posibles valores del IAA y del IDC normalizados para una de las tres funciones. Nota: F1, F2 y F3 representan las funciones, Relación con Proveedores, Gestión de la Producción y Relación con Clientes

Valores del IAA normalizado

F1	F2	F3			
		3	5	8	13
3	3	0,231	0,282	0,359	0,487
	5	0,282	0,333	0,410	0,538
	8	0,359	0,410	0,487	0,615
	13	0,487	0,538	0,615	0,744
5	3	0,333	0,385	0,462	0,590
	5	0,385	0,436	0,513	0,641
	8	0,410	0,462	0,538	0,667
	13	0,538	0,590	0,667	0,795
8	8	0,487	0,538	0,615	0,744
	13	0,615	0,667	0,744	0,872
13	13	0,744	0,795	0,872	1,000

Prevalen las generaciones G1, G2 o G1+G2

Prevalce la combinación de generaciones G2+G3 o 1 función está en G4

Prevalen las generaciones G3, G4, o combinaciones G3+G4

Valores del IDC por estadios de adopción

G ₀	G _i	Preparación			
		N1 = 0	N2 = 0,3	N3 = 0,8	N4 = 1
G1	G1	0,192	0,195	0,208	0,231
	G2	0,192	0,227	0,285	0,308
	G3	0,192	0,262	0,377	0,423
	G4	0,192	0,296	0,469	0,538
G2	G2	0,321	0,325	0,346	0,385
	G3	0,321	0,378	0,474	0,513
	G4	0,321	0,436	0,628	0,705
	G3	0,513	0,521	0,554	0,615
G3	G4	0,513	0,605	0,759	0,821
	G4	0,833	0,846	0,900	1,000

Razagados

Seguidores

Líderes

Fuente: Elaboración propia.

donde G_i^0 es la generación digital actualmente adoptada en cada una de las i funciones empresariales; G_i^F , la generación que se espera en el futuro; ρ_i , el esfuerzo de preparación, que puede tomar 4 valores: “sin planes”, nivel 1 = 0; “estudiando el tema para el futuro”, nivel 2 = 0,3; planeando digitalización para el futuro, nivel 3 = 0,8; “ejecutando planes para el futuro”, nivel 4 = 1; φ_i , el diferencial entre el valor esperado y el actual, tomando valores 0,6 para previsión de un salto de generación; 1,2 para dos saltos y 1,8 para tres saltos. Finalmente, δ_i es la tasa de descuento sobre el nivel de preparación. El IDC se calcula por función empresarial. La media de los IDC normalizados entre las tres funciones representa el IDC medio por empresa ($\overline{IDC}_N$) (Figura 3).

Conceptualmente, la distribución de los valores del índice IDC refleja las condiciones del movimiento de una empresa hacia etapas más completas de digitalización en relación con su posición inicial y con el de las demás empresas. Por lo general, en un proceso de adopción, hay agentes que se adelantan. Las razones para ello son diversas, como, por ejemplo, una menor aversión al riesgo. Las empresas pioneras suelen caracterizarse por tener un nivel de capacitación tecnológica acumulada mayor y una posición competitiva que les permite anticiparse a los movimientos generales que se seguirán en sus mercados. Un segundo tipo de agentes toma un comportamiento ‘seguidor’, es decir, no están

dispuestos (o no son capaces) de asumir los riesgos de ser un primer adoptante, ya sea porque tienen mayor aversión al riesgo o porque no poseen suficientes capacidades acumuladas o recursos. Sin embargo, este tipo de empresas es capaz de identificar posibilidades, calcular costes y beneficios de la digitalización y están dispuestas a hacer esfuerzos (aprendizaje, inversión, etc.) para no perder su posicionamiento en el futuro. Por último, un tercer grupo de empresas permanecerá ‘rezagado’ ante la digitalización por diferentes razones, como la dificultad de acceso a recursos financieros; la percepción de que el ambiente es adverso a nuevas iniciativas; o porque sus mercados no imponen suficiente presión para perseguir resultados que se derivan de las soluciones digitales en términos de eficiencia, calidad, plazos de entrega, etc.

Los valores de la distribución del ($\overline{IDC}_N$) para las tres funciones [0,192 - 1] fueron agrupados de acuerdo para identificar tres estadios de adopción: líderes, seguidores, rezagados (Figura 3). El nivel mínimo definido para el $\overline{IDC}_N$ que sitúa a empresa como seguidora es el equivalente a encontrarse en dos funciones en G2 y una función en G3 ($\overline{IDC}_N = 0,384$). El nivel mínimo del $\overline{IDC}_N$ que describe a la empresa como líder es el equivalente a encontrarse en 2 funciones en G3 y, por lo menos, en una función en G4 ($\overline{IDC}_N = 0,644$). La categoría ‘rezagadas’ presenta valores $0,192 \leq \overline{IDC}_N < 0,384$, esto es, se concentran en G1 y G2, esperan encontrarse en el futuro en estas mismas generaciones y registran niveles bajos de preparación. Esta categoría incluye también la posibilidad de previsión de saltos de generación discontinuos (por ejemplo, de G1 a G4) en alguna función, pero con niveles de preparación muy bajos. La categoría ‘seguidores’ incluye empresas con valores $0,384 \leq \overline{IDC}_N < 0,644$. Se trata de empresas que parten de generaciones digitales relativamente iguales o un poco más avanzadas, pero prevén saltos de generación discontinuos y con mayores niveles de disposición. Las ‘líderes’ son empresas que ya alcanzaron la G3 en sus funciones y se encuentran en G4 al menos en una función. El $\overline{IDC}_N$ para este grupo toma valores $0,644 \leq \overline{IDC}_N = 1$ e incluye la posibilidad de que empresas que parten de G2, al menos

en una función, alcancen G4 cuando relatan niveles máximos de preparación para el futuro.

4.3 Resultados

Para el cálculo del IAA y del IDC sólo se utilizaron respuestas completas sobre digitalización actual y futura, y nivel de preparación, lo que redujo el panel de Argentina a 239 empresas y el de Brasil a 474. El nivel de adopción actual medio (IAA) en términos agregados en las empresas brasileñas (0,420) es superior al de las argentinas (0,370) así como los valores del IAA para cada una de las funciones. La comparación por tamaño revela un nivel de adopción actual superior en Brasil, aunque las diferencias no son significativas (Cuadro 2). Las mayores diferencias se localizan en gestión de producción en las pequeñas y se estrechan entre las grandes en las funciones relativas a relaciones con proveedores y en la gestión de producción.

CUADRO 2
Índice de Adopción Actual (IAA) y el Índice de Digitalización Condicionado (IDC)
normalizados por función empresarial y tamaño

	Argentina			Brasil		
	Tamaño		Total	Tamaño		Total
	<100	>100		<100	>100	
IAA medio	0,356	0,413	0,370	0,383	0,438	0,420
Relación con proveedores	0,354	0,411	0,368	0,377	0,428	0,411
Gestión de producción	0,358	0,438	0,377	0,403	0,454	0,437
Relación con clientes	0,357	0,391	0,365	0,371	0,432	0,412
IDC medio	0,336	0,436	0,360	0,372	0,448	0,422
Relación con proveedores	0,353	0,445	0,375	0,367	0,443	0,417
Gestión de producción	0,322	0,446	0,353	0,375	0,459	0,431
Relación con clientes	0,332	0,417	0,353	0,373	0,441	0,418

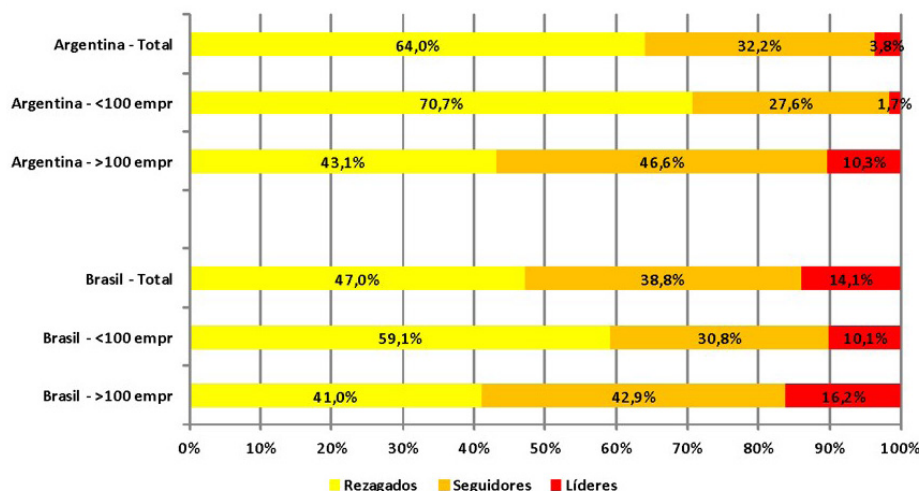
Fuente: Elaboración propia, Encuesta I-2030; Encuesta INTAL-BID, CIPPEC y UIA, 2018.

El IDC agregado de las empresas brasileñas (0,422) también es superior al de las argentinas (0,360), así como para cada una de las

funciones. Argentina revela un nivel de adopción prevista superior a Brasil en el grupo de las mayores de 100 empleados en la función de relación con proveedores. Las diferencias entre países tampoco son significativas, siendo mayores en Brasil en la gestión de producción dentro de las pequeñas empresas.

Los valores de la distribución del IDC medio normalizado fueron agrupados conforme a las tres categorías contempladas (líderes, seguidoras, rezagadas). Brasil presenta porcentuales mayores de empresas de la muestra en las categorías de líderes y seguidoras respecto a Argentina; mientras que Argentina presenta un porcentual mayor de empresas de la muestra entre los rezagados (Figura 4). Las empresas grandes se inclinan más a ser seguidoras en Argentina que en Brasil, aunque en Brasil, este tipo de empresas se inclina más a ser líderes. En ambos países, la mayor parte de las empresas se concentra en el grupo de rezagados y la menor en el grupo de líderes, siendo que las empresas grandes tienden a concentrarse más en el grupo de seguidoras que en el de rezagadas.

FIGURA 4
Argentina y Brasil: distribución de empresas líderes, seguidoras y rezagadas por tamaño (en %)

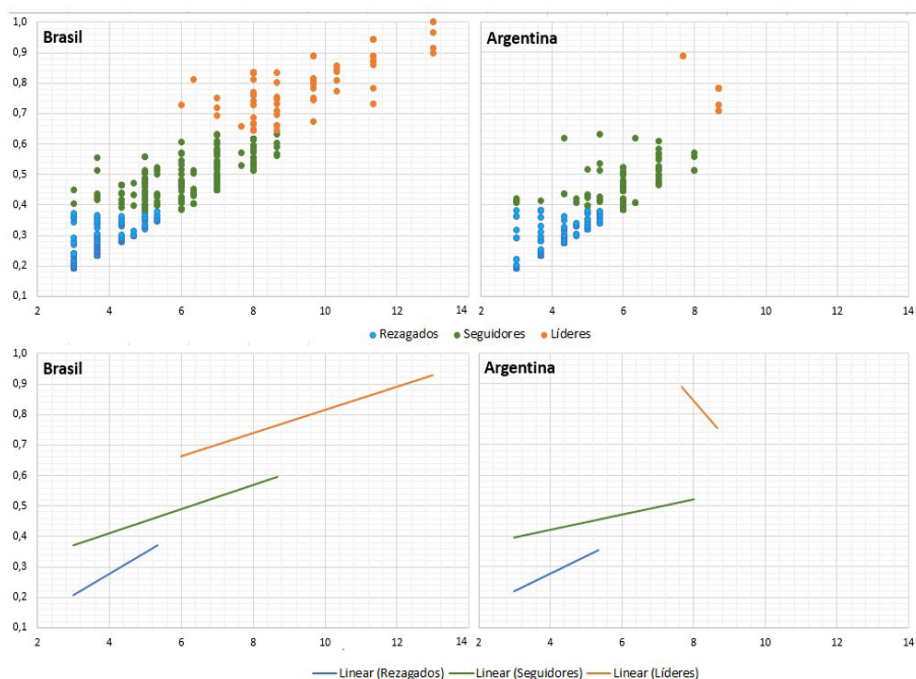


Fuente: Elaboración propia basada en datos de la investigación I-2030 y Encuesta INTAL-BID, CIPPEC y UIA, 2018.

La relación entre el IDC normalizado y el IAA ofrece una visión dinámica de los estadios de digitalización (Figura 5). El grupo de *empresas*

rezagadas sigue una distribución similar entre las empresas argentinas y brasileñas. En ambos países, el posicionamiento de salida es similar y, por lo tanto, las rectas de ajuste a las nubes de puntos son también similares. La recta de ajuste para Brasil tiene una inclinación levemente mayor que la de Argentina, lo que indicaría que las rezagadas brasileñas son más sensibles a la digitalización que las argentinas. Esta mayor sensibilidad podría asociarse a un escenario de inducción más fuerte en Brasil por parte de las líderes, algo que empujaría a las empresas atrasadas a tener una respuesta más rápida de adopción de soluciones digitales.

FIGURA 5
Relación entre Índice de Digitalización Condicionado (IDC) y el Índice de Adopción Actual (IAA) por estadio de adopción en Argentina y Brasil.



Notas: IDC medio normalizado en ordenadas (Y); IAA medio sin normalizar en abscisas (X). Cada punto representa un valor IDC-IAA en el que puede encontrarse más de una empresa.

Fuente: Elaboración propia a partir de las Encuestas I-2030 e INTAL-BID, CIPPEC y UIA, 2018.

En el grupo de *empresas seguidoras* se identifican dos diferencias. La primera es la mayor amplitud de la recta de ajuste entre ambos países, lo que indica que el nivel de digitalización es un poco más diverso en

Brasil. Ambos países parten de situaciones iguales ($IAA=3$), pero en Brasil, el valor máximo del IAA se sitúa por encima de 8. Esto significa que existen empresas seguidoras con alguna función ya en G4. Sin embargo, y a pesar de que su nivel de digitalización actual las colocaría en una situación de liderazgo, estas empresas permanecen en el grupo de seguidoras por su escasa previsión de avance y sus bajos esfuerzos en prepararse para el futuro proyectado. El valor máximo del IAA en las argentinas es igual a 8, es decir, empresas que, en promedio, se encuentran en un nivel de digitalización equivalente al de adoptar G3 en las tres funciones. La segunda diferencia es la mayor inclinación de la recta de ajuste registrada en las empresas brasileñas, esto es, partiendo de una situación relativamente menos avanzada (valores de IAA entre 4 y 6) respecto de las argentinas, los niveles de adopción se prevén mayores.

Finalmente, en el grupo de *empresas líderes* se observan diferencias más pronunciadas. La primera es que la recta de ajuste es mucho más amplia en Brasil que en Argentina. Esto significa que la posición de liderazgo será alcanzada por empresas que se encuentran en una diversidad de posiciones de digitalización actual con valores medios de IAA entre 6 y 8, es decir, niveles correspondientes a valores intermediarios entre G1 y G3, entre G2 y G3, o que actualmente se encuentran ya en G4 en todas sus funciones y realizan máximos esfuerzos de preparación para el futuro. La recta de ajuste del conjunto de líderes argentinas es muy corta, con valores IAA alrededor de 8, equivalentes a niveles de digitalización en G3 en las tres funciones o, por lo menos, con una función en G4. Por tanto, en el caso argentino, solo empresas que se encuentran en niveles avanzados en las tres funciones se configurarán como líderes en el futuro. La segunda característica de las líderes argentinas es la inclinación negativa de la recta de ajuste. Esta observación se debe a que, de las nueve empresas que componen el grupo de líderes, los mayores niveles de adopción prevista (en torno de 0,9) se encuentran entre las que registran menores niveles de adopción actual (inferiores a 8), lo que empuja a una relación negativa entre adopción actual y futura.

5. Digitalización, empleo y habilidades en Argentina y Brasil

El análisis comparado del impacto percibido de la digitalización sobre el empleo considera dos posibles cruces de acuerdo con las formas a través de la cuales las empresas perciben la adopción:

- De acuerdo con el nivel de preparación. El nivel de preparación representa un grado de conocimiento acerca de la implementación de tecnologías digitales. En este sentido, cuanto mayor el nivel de preparación, mayor el conocimiento que la firma tiene sobre la identificación de ventajas versus riesgos de la adopción y del grado de “comprometimiento” en la adopción de este tipo de tecnologías como parte de su estrategia competitiva de largo plazo.
- De acuerdo con la distribución de empresas en las distintas etapas de digitalización considerando las tres categorías contempladas (líderes, seguidoras, rezagadas). Las etapas de digitalización establecidas a partir del *IDC* ponderan la expectativa de adopción de la empresa por su estado de adopción actual y por el grado de compromiso con la adopción, esto es, incorporan el grado de conocimiento acerca de las necesidades asociadas a la adopción y para la valoración de posibles impactos sobre empleo y habilidades requeridas.

Argentina revela un patrón fuertemente concentrado en la percepción de neutralidad de impacto sobre el empleo para cualquiera que sea el nivel de preparación asociado (Cuadro 3). Las empresas argentinas de la muestra sin disposición para la digitalización, al contrario de las brasileñas, prevén un impacto mayor sobre la destrucción que sobre la creación, pero, sobre todo, consideran que las tecnologías digitales no tendrán efectos sobre el empleo y, como consecuencia sobre su crecimiento. En este sentido, la elección por la no disposición es coherente con la percepción de estas empresas sobre la importancia dada a las tecnologías como estrategia competitiva o de crecimiento. De forma similar, una mayor disposición en términos de estudio o

elaboración de planes se corresponde con una expectativa positiva sobre la creación de empleo. Finalmente, 2 de cada 3 empresas que ejecutan proyectos reportan un impacto neutro sobre el empleo. En este caso, la neutralidad puede ser interpretada de dos formas. Por un lado, puede significar que la digitalización esté más asociada a una estrategia defensiva de manutención de su posición actual, más que a una estrategia ofensiva o de crecimiento. Por otro, la neutralidad puede significar un efecto neto previsto de creación-destrucción de empleo dentro de la firma.

En Brasil, en general, predomina en la muestra la percepción de impactos positivos en el empleo, pero también existe un alto porcentaje de empresas que no logran evaluar estos impactos. El nivel nulo de preparación está asociado al desconocimiento del impacto sobre el empleo (37,1%) o a una previsión de efecto neutro (31,4%) o, en menor medida, positivo (25,7%). Las empresas que realizan, estudian o planean esfuerzos orientan sus respuestas a la creación de empleo. Este resultado revela que el grado de preparación para la adopción está asociado a un impacto esperado positivo sobre su crecimiento futuro. Finalmente, las empresas que se encuentran en ejecución de proyectos presentan respuestas polarizadas entre “creación” y “no sabe”, esto es, la previsión de creación no es tan optimista, lo que puede ser decurrente de un mayor conocimiento sobre los problemas de adopción o sobre los riesgos asociados (Cuadro 3).

El impacto sobre el empleo también se percibe de forma se percibe también de forma diferenciada de acuerdo con el estadio de digitalización (Cuadro 4) en las muestras. Entre los líderes, el grupo argentino es muy reducido y los resultados observados están limitados al escaso número de observaciones (9). En este grupo, la previsión es de neutralidad, aunque la propensión a prever un impacto positivo (22,2%) es mayor cuando se compara con otros grupos del mismo país. En Brasil, los líderes prevén mayoritariamente que la digitalización significará creación de empleo (61,2%). Este resultado sugiere una posible asociación entre la apuesta por la digitalización avanzada y la expectativa de crecimiento para estas empresas.

CUADRO 3
Percepción de impacto sobre el empleo de acuerdo con el nivel de preparación en Argentina y Brasil (en %)

		Creación	Neutro	Destrucción	No sabe	Total
Argentina	Ninguna acción	4,7	79,9	14,9	0,5	100,0
	Estudiando	17,5	63,7	17,5	1,2	100,0
	Planeando	14,1	70,4	14,1	1,4	100,0
	Ejecutando	25,4	59,2	7,0	8,5	100,0
	Total	12,4	71,7	14,1	1,8	100,0
Brasil	Ninguna acción	25,7	31,4	5,9	37,1	100,0
	Estudiando	53,2	31,9	5,0	10,0	100,0
	Planeando	57,9	24,2	4,8	13,2	100,0
	Ejecutando	39,4	18,7	2,9	39,1	100,0
	Total	41,5	27,3	4,6	26,6	100,0

Fuente: Elaboración propia / Encuesta I-2030 y Encuesta INTAL-BID, CIPPEC y UIA, 2018.

CUADRO 4
Percepción de impacto sobre el empleo de acuerdo con el estadio de digitalización en Argentina y Brasil (en %)

		Líderes	Seguidores	Rezagados	Total
Argentina	Creación	22,2	17,7	6,8	12,4
	Neutro	51,9	69,7	76,3	71,7
	Destrucción	3,7	10,8	16,8	14,1
	No sabe	22,2	1,7	0,2	1,8
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Brasil	Creación	61,2	44,7	32,9	41,5
	Neutro	16,9	22,8	34,1	27,3
	Destrucción	3,0	5,8	4,2	4,6
	No sabe	18,9	26,6	28,8	26,6
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia/ Encuesta I-2030 y Encuesta INTAL-BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Entre las empresas seguidoras de las muestras, la previsión de creación de empleo es también más importante en Brasil (44,7%) aunque menos contundente que la relatada por los líderes. El 16,9% del grupo prevé un impacto neutro o no consigue saber la dirección del impacto (19,9%). Este mayor equilibrio en las previsiones se corresponde con una amplia diversidad de situaciones en relación con diferentes grados de conocimiento sobre las implicaciones de la

adopción. En Argentina, la previsión de neutralidad aumenta en los seguidores (69,7%) respecto de los líderes, así como el impacto de reducción es también menor (17,7%).

El grupo de rezagados en las muestras se caracteriza por tener un escaso contacto con las tecnologías digitales y, por tanto, por una baja percepción de las oportunidades que ofrece y de las amenazas del letargo tecnológico. Un tercio de las empresas brasileñas rezagadas considera que la digitalización creará empleo y otro tercio considera que no habrá impacto. En Argentina, la neutralidad sobre el empleo adquiere, por si misma, un peso extraordinario (76,3%). En este caso, la neutralidad puede significar que las empresas no perciben la asociación entre digitalización y crecimiento o un desconocimiento sobre estas tecnologías y sobre el diagnostico de su impacto.

El análisis sobre la demanda de habilidades y competencias de la fuerza de trabajo se tratará también de acuerdo con el nivel de disposición y el estadio de digitalización previsto. En Argentina, la distribución del grado de importancia de las habilidades entre los diferentes niveles de preparación es relativamente homogénea, con un pequeño énfasis en las habilidades manuales en el grupo de empresas sin acción en preparación. Las habilidades asociadas con la interacción hombre-máquina aumentan en empresas con niveles de preparación más avanzados (Cuadro 5). En Brasil, el análisis separa las empresas

CUADRO 5
Argentina: habilidades algo o muy importantes en el futuro, según el nivel de preparación
(en % respuestas)

Habilidades	Ninguna acción	Estudiando	Planeando	Ejecutando	Total
Blandas	28,8%	28,5%	31,5%	28,8%	29,0%
Interacción hombre-máquina	26,9%	28,4%	32,0%	30,6%	28,2%
STEM	21,3%	23,6%	22,4%	21,4%	22,0%
Manuales	22,9%	19,5%	14,2%	19,2%	20,8%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
N	1260	585	219	229	2293

Nota: "N" representa la suma de respuestas "muy importante" y "algo importante" para cada nivel de preparación considerando las tres funciones empresariales.

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

en dos categorías: las que eligieron la disponibilidad de diferentes habilidades como la primera y segunda más importante y las que eligieron las mismas habilidades como la tercera más importante o que no eligieron ninguna habilidad como atributo relevante. El valor analítico de la “no elección” supone que determinada habilidad no gana importancia (Cuadro 6).

CUADRO 6
Brasil: Disponibilidad de habilidades en el futuro según el nivel de preparación (en % respuestas)

Habilidades/preparación	Ninguna acción	Estudiando	Planeando	Ejecutando	Total
Primera y segunda habilidades más importante					
<i>Blandas</i>	28,7	29,8	28,4	29,0	29,0
Interacción hombre-máquina	26,0	31,3	31,6	34,3	30,3
STEM	19,4	22,2	27,1	28,6	23,8
Manuales	25,9	16,7	12,8	8,2	17,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
N	958	604	538	686	2786
Tercera habilidad más importante y habilidad no elegida					
<i>Blanda</i>	21,30	20,20	21,60	21,00	21,0
Interacción hombre-máquina	24,00	18,70	18,40	15,70	19,7
STEM	30,60	27,80	22,90	21,40	26,2
Manuales	24,10	33,30	37,20	41,80	33,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
N	958	604	538	686	2786

Nota: “N” representa la suma de respuestas para cada nivel de preparación considerando las tres funciones empresariales.

Fuente: Elaboración propia / Encuesta I-2030.

El mayor avance relativo de las empresas brasileñas respecto de las argentinas implica un cambio de perfil en la respuesta acerca de la percepción de demanda con habilidades específicas. Un mayor grado de preparación lleva a un aumento proporcionalmente mayor de habilidades STEM y las asociadas a la interacción hombre-máquina. Entre las empresas que están en proceso de ejecución de planes, el 34,3% clasificó a las habilidades STEM en primera o segunda posición. Este porcentaje bajó hasta un 26% en el grupo de empresas de disposición nula. En contraposición, la disponibilidad de habilidades manuales ocupa proporcionalmente posiciones de mayor protagonismo para las

empresas que no realizan acciones (25,9% frente al 8,2% de empresas que están en fase de ejecución de planes). Por lo tanto, las empresas brasileñas entienden que prepararse para un cambio hacia generaciones digitales superiores demanda habilidades más sofisticadas como las relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas o aquéllas que requieren conocimiento, diseño, adaptación y uso de nuevas tecnologías (interacción hombre-máquina).

Finalmente, hay también una diferente percepción de la demanda por habilidades de acuerdo con el estadio de adopción (Cuadro 7). Para los líderes argentinos, la digitalización exigirá trabajadores con habilidades blandas y de interacción persona-máquina (81,8%), y manuales es considerablemente menor en el caso de las empresas líderes (4,9%). Cabe recordar que en el caso argentino hay muy pocas empresas en esta condición, por lo que el resultado debe ser analizado con cautela. A su vez, las empresas argentinas atrasadas tienen una mayor proporción de habilidades manuales en comparación con el resto, lo que demuestra que las competencias asociadas a tareas más repetitivas van acompañadas de menor digitalización.

CUADRO 7
Argentina: habilidades muy importantes o algo importante en el futuro, por función
empresarial, según la etapa de digitalización (en % de respuestas)

	Líderes	Seguidores	Rezagados	Total
Habilidades <i>Blandas</i>	40,9	27,7	28,9	28,8
Interacción persona-máquina	40,9	28,1	27,3	27,9
STEM	13,6	25,1	21,0	22,2
Manuales	4,5	19,1	22,8	21,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
N	22	267	501	790

Nota: "N" representa la suma de respuestas "muy importante" y "algo importante" para cada nivel de preparación considerando las tres funciones empresariales.

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

En Brasil, la disponibilidad de trabajadores con competencias STEM es la más relevante para las empresas líderes (la proporción es del 31,3%) (Cuadro 8). Las seguidoras otorgan una importancia similar a las habilidades blandas que a la interacción hombre-máquina.

CUADRO 8
Brasil: Disponibilidad de habilidades en el futuro por función empresarial, según la etapa de digitalización generación digital (en % respuestas)

	Líderes	Seguidores	Rezagados	Total
Primera y segunda más importante				
Habilidades <i>Blandas</i>	26,1	31,0	27,8	28,8
Interacción persona-máquina	29,9	34,0	27,4	30,3
STEM	31,3	25,8	20,0	23,8
Manuales	12,7	9,2	24,9	17,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
N	134	368	446	948
Tercera habilidad más importante y habilidad no elegida				
Habilidades <i>Blandas</i>	23,9	19,0	22,2	21,2
Interacción persona-máquina	20,1	16,0	22,6	19,7
STEM	18,7	24,2	30,0	26,2
Manuales	37,3	40,8	25,1	32,9
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
N	134	368	446	948

Nota: "N" representa la suma de respuestas para cada nivel de preparación considerando las tres funciones empresariales.

Fuente: Elaboración propia / Encuesta I-2030.

Entre las rezagadas no se identifica un patrón claro. Como en el caso argentino, las habilidades manuales son ignoradas principalmente por empresas líderes y seguidoras.

6. Conclusiones

Este trabajo tenía como objetivo comparar el desempeño de adopción actual y los estadios de digitalización previstos para Argentina y Brasil, así como el efecto esperado sobre el empleo y la demanda de habilidades en los próximos 5-10 años. Para ello, se utilizó información de dos paneles de empresas industriales, con distribución sectorial relativamente similar, pero con mayor importancia relativa de las empresas de más de 100 empleados en la muestra brasileña, en comparación con la argentina. Si bien no existe preocupación por asegurar una mayor representatividad estadística de las muestras utilizadas en relación con el conjunto

de la población, se considera que la información recopilada ilustra interesantes contrastes en cuanto al ritmo de digitalización de las empresas industriales en ambos países, así como sobre los impactos esperados en el empleo y la demanda de habilidades.

En general, las empresas en las muestras de ambos países son optimistas sobre su estado de digitalización futuro. Los niveles de digitalización esperados para los próximos años deberán ser más elevados en Brasil que en Argentina, tanto por funciones como entre empresas de diferente tamaño (en media) y entre sistemas productivos. En Argentina, la adopción digital esperada por el IDC es más modesta que en Brasil y las empresas ‘no contagiadas’ no conciben la no-adopción como amenaza. Por tanto, el efecto esperado sobre el empleo tiende a ser neutro. Las empresas que fueron “contagiadas”, y conocen en algún grado las oportunidades y fortalezas que ofrecen este tipo de tecnologías, consideran que la adopción significa paralelamente creación de unos empleos y destrucción de otros. La neutralidad representaría, en este caso, el resultado neto de ambos efectos.

Las empresas más avanzadas perciben un impacto positivo sobre el empleo, lo cual sugiere una relación entre estrategia digital y perspectivas de crecimiento de las empresas en sus mercados. Aunque las relaciones entre digitalización y empleo no están tan bien delineadas en los dos países, la percepción de destrucción neta de empleos es minoría; las empresas argentinas indican, mayormente, un impacto neutro.

Las implicaciones del proceso de digitalización sobre el empleo no alcanzan consenso similar a los resultados referentes a habilidades y cualificaciones. En relación con la demanda de habilidades, las empresas líderes argentinas perciben que la digitalización traerá necesidad de trabajadores con habilidades blandas y habilidades de interacción persona-máquina, mientras que las rezagadas se inclinan por habilidades manuales asociadas a tareas repetitivas. En Brasil, las empresas líderes manifestaron la importancia de la disponibilidad de trabajadores con competencias STEM.

En conjunto, los resultados indican un alto grado de consenso sobre la creciente importancia de las habilidades sociales como la

comunicación y la cualificación para interactuar con máquinas cada vez más inteligentes. Estas expectativas están alienadas con una gran parte de la literatura, lo que sugiere “nortes” para estrategias y políticas de formación profesional en empresas e instituciones. Por lo tanto, inversiones desde ya en estas habilidades constituyen requisitos importantes para fortalecer las capacidades detenidas por la fuerza de trabajo, haciendo más fácil el proceso de digitalización de las empresas. Este es un importante mensaje para instituciones de formación profesional y empresas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CNI y al BID/INTAL por su apoyo en la realización de la investigación de campo utilizada en el artículo.

Referencias

- ACEMOGLU, D.; RESTREPO, P. Automation and new tasks: how technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, Nashville, v. 33, n. 2, p. 3-30, 2019.
- ACEMOGLU, D.; RESTREPO, P. The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*, Nashville, v. 108, n. 6, p. 1488-1542, 2018.
- ALBRIEU, R. et al. Travesía 4.: hacia la transformación industrial argentina. Buenos Aires: INTAL/BID, 2019a. Nota Técnica del BID 1672.
- ALBRIEU, R. et al. The adoption of digital technologies in developing countries: insights from firm-level surveys in Argentina and Brazil. Vienna: Department of Policy, Research and Statistics/UNIDO, 2019b. (Working Paper, 6/2019).

- AUTOR, D. H. Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, Nashville, v. 29, n. 3, p. 3-30, 2015.
- AUTOR, D. H.; SALOMONS, A. Is automation labor share-displacing? Productivity growth, employment, and the labor share. *Brookings Papers on Economic Activity*, Washington, v. 49, n. 1, p. 1-75, 2018.
- BALLIESTER, T.; ELSHEIKHI, A. The future of work: a literature review. Geneva: International Labour Office, 2018. (Research Department Working Paper, 29).
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. (2018). *Relação Anual de Informações Sociais – RAIS*. Disponível em: <<https://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>>. Acesso em: 16 fev. 2019.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. *The race against the machine*, 2011. Lexington Massachusetts: Digital Frontier Press, 2011. Disponível em: <www.raceagainsthemachine.com>. Acesso em: 16 fev. 2019.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W.W. Norton & Company, 2014.
- BRYNJOLFSSON, E.; ROCK, D.; SYVERSON, C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics. USA: NBER, 2017. (NBER Working Paper Series, 24001).
- DAUGHERTY, P. R.; WILSON, H. J. *Human + machine: reimagining work in the age of AI*. Boston, MA: Harvard Business Review Press, 2018.
- DORN, D. et al. Untangling trade and technology: evidence from local labour markets. *Economic Journal*, Cambridge, v. 125, n. 584, p. 621-646, 2015.
- EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS - EUROFOUND. *Overview of new forms of employment – 2018 update*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.

EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS - EUROFOUND. Game-changing technologies: transforming production and employment in Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020.

EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS - EUROFOUND. Digitisation in the workplace. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021.

FREY, C.; OSBORNE, M. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? Oxford: University of Oxford, 2013. (Working Paper).

FREY, C.; OSBORNE, M. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting & Social Change, New York, v. 114, p. 254-280, 2017.

GOLDIN, C.; KATZ, L. The race between education and technology. Cambridge: Harvard University Press, 2009.

GREGORY, T.; ARNTZ, M.; ZIERAHN, U. The risk of automation for jobs in OECD countries: a comparative analysis. Paris: OECD Social, Employment, and Migration. 2016. (Working Papers, 189).

INSTITUTO EUVALDO LODI - IEL. Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil frente às inovações disruptivas: síntese dos resultados: construindo o futuro da indústria brasileira. Brasília: IEL/NC, 2018.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION – ILO. Work for a brighter future -global commission on the future of work. Geneva: ILO, 2019.

LEVY, F.; MURNANE, R. J. Dancing with robots: human skills for computerized work. USA: THIRD WAY, 2013. Disponible en: <<https://www.thirdway.org/report/dancing-with-robots-human-skills-for-computerized-work>>. Acceso en: 19 marzo 2019.

- LEWIS, C.; HORVITZ, E. The future of human-computer interaction: a survey of emerging technologies. In: 2017 CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS - CHI '17, 2017, Denver, CO, USA. Proceedings... Denver, CO, USA: ACM SIGCHI, 2017. p. 1-18. <http://dx.doi.org/10.1145/3025453.3025739>.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE - MGI. A future that works: automation, employment, and productivity. Europe: MGI, 2017a.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE - MGI. Artificial intelligence - the next digital frontier? Europe: MGI, 2017c. Discussion Paper.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE - MGI. Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation. Europe: MGI, 2017b.
- MOKYR, J.; VICKERS, C.; ZIEBARTH, N. L. The history of technological anxiety and the future of economic growth: is this time different? *Journal of Economic Perspectives*, Nashville, v. 29, n. 3, p. 31-50, 2015. <http://dx.doi.org/10.1257/jep.29.3.31>.
- NÜBLER, I. New technologies: a jobless future or a golden age of job creation? Geneva: ILO, 2016. (Research Department Working Paper, 13).
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. New forms of work in the digital economy. In: 2016 MINISTERIAL MEETING ON THE DIGITAL ECONOMY TECHNICAL REPORT, 2016, Paris. Proceedings... Paris: OECD, 2016a. p. 1-56. (OECD Digital Economy Papers, 260).
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. OECD Skills Outlook 2019: thriving In: ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. A digital world. Paris: OECD Publishing, 2019. 274 p. <https://doi.org/10.1787/df80bc12-en>.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. Skills for a digital world. Paris: OECD, 2016b. Working Party on Measurement and Analysis of the Digital Economy, Background Paper for Ministerial Panel 4.2.

- REN, X. Rethinking the relationship between humans and computers. *Computer*, v. 49, n. 8, p. 104-108, 2016. <http://dx.doi.org/10.1109/MC.2016.253>.
- ROGERS, Y. HCI theory: classical, modern, and contemporary. San Rafael: Morgan & Claypool Publishers, 2012.
- ROLAND BERGER. The Industrie 4.0 transition quantified. Think Act Industrie 4.0. Munich: Roland Berger, 2016. Disponible en: <https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_industry_40_20160609.pdf>. Acceso en: 19 marzo 2019.
- ROOSEVELT INSTITUTE. Technology and the future of work: the state of the debate. Roosevelt Institute for the Open Society Foundations, 2015. Paper. Disponible en: <https://www.opensocietyfoundations.org/publications/technology-and-future-work-state-debate#publications_download>. Acceso en: 19 marzo 2019.
- SACHS, J. D.; KOTLIKOFF, L. J. Smart machines, long term misery. Cambridge: NBER, 2012. (NBER Working Paper, 18629). Disponible en: <<https://www.nber.org/papers/w18629>>. Acceso en: 19 marzo 2019.
- UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION - UNIDO. Industrial development report 2020: industrializing in the digital age. Viena: UNIDO, 2019.
- UNITED NATIONS. (2008). International standard industrial classification of all economic activities: revision 4. New York: UN. (Statistical Papers Series M, n. 4)
- UNITED NATIONS. Economic and Social Council. Building digital competencies to benefit from existing and emerging technologies, with a special focus on gender and youth dimensions. Report of the Secretary General. Geneva: Commission on Science and Technology for Development, 14-18 May 2018.
- WELLER, J.; GONTERO, S.; CAMPBELL, S. Cambio tecnológico y empleo: una perspectiva latinoamericana. Riesgos de la sustitución tecnológica del trabajo humano y desafíos de la generación de nuevos puestos de trabajo. Santiago de Chile: CEPAL, 2019. (Serie Macroeconomía Del Desarrollo, 201).

WORLD BANK. Digital skills: frameworks and programs. Washington: World Bank, 2020. Paper prepared as part of the background work on the Digital Economy for Africa (DE4A) initiative.

WORLD BANK. The Changing Nature of Work - World Development Report 2019. Washington: World Bank, 2019.

WORLD ECONOMIC FORUM - WEF. The Future of Jobs Report 2020. Suíça: WEF, 2020.

Contribución de los autores:

A. Fundamentación teórico-conceptual y problematización: Ana Urraca-Ruiz, Jorge Britto y João Carlos Ferraz

B. Investigación de datos y análisis estadístico: Julia Torracca, João Carlos Ferraz y Henrique Schmidt

C. Elaboración de figuras y tablas: Julia Torracca, João Carlos Ferraz y Henrique Schmidt

D. Elaboración y redacción del texto: Julia Torracca y Jorge Britto

E. Selección de referencias bibliográficas: Jorge Britto

Conflictos de interés: los autores declararon no tener conflicto de interés.

Fuentes de financiamiento: los autores declararon no tener fuentes de financiamiento.

ANEXO 1

Comparación de muestras (paneles) de empresas con información de Encuestas de Innovación

	Muestras de Empresas		Encuestas de Innovación - Empresas Innovadoras	
	AR	BR	AR	BR
Número de empresas				
Total	256	474	10.824	33.106
Agro negocio	46	83	2.121	6.587
Bienes de Capital	63	107	944	2.899
Bienes de Consumo	60	81	2.794	10.624
Complejo Automotriz	38	59	578	1.231
Información y Comunicación	3	20	421	1.460
Insumos básicos	12	30	2.168	6.506
Química	34	94	1.797	3.799
Distribución por sectores (%)				
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Agro negocio	18,0%	17,5%	19,6%	19,9%
Bienes de Capital	24,6%	22,6%	8,7%	8,8%
Bienes de Consumo	23,4%	17,1%	25,8%	32,1%
Complejo Automotriz	14,8%	12,4%	5,3%	3,7%
Información y Comunicación	1,2%	4,2%	3,9%	4,4%
Insumos básicos	4,7%	6,3%	20,0%	19,7%
Química	13,3%	19,8%	16,6%	11,5%



Este es un artículo publicado en acceso abierto (Open Access) bajo la licencia Creative Commons Attribution CC-BY, que permite su uso, distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones siempre y cuando la obra original esté correctamente citada.