

**ENEI**

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

FACE-UFMG

Inovação, Sustentabilidade e Pandemia

10 a 14 de maio de 2021

Tecnologías digitales, empleo y habilidades laborales: un estudio prospectivo y comparativo de empresas industriales argentinas y brasileña

*Jorge Britto¹**Ana Urraca Ruiz²**João Carlos Ferraz³**Julia Torracca⁴**Henrique Schmidt⁵*

Resumo:

El objetivo principal de este estudio es relacionar las percepciones sobre la adopción de tecnologías digitales, en el presente y en un futuro próximo, por parte de empresas industriales argentinas y brasileñas con 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 de campo 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. Las empresas esperan que los avances en la digitalización vengán acompañados de una necesidad cada vez mayor de desarrollar las habilidades sociales y la interacción hombre-máquina de los trabajadores. El estudio sugiere que el crecimiento de las empresas en sus respectivos mercados intermedia las relaciones entre tecnologías digitales y trabajo

Palavras-chave: digitalização, emprego, indústria brasileira, indústria argentina.

Código JEL: L60, O14, O33

Área Temática: 1.6 - Novos temas - Indústria 4.0, Internet das coisas, outros

¹ Professor associado da Faculdade de Economia/UFF

² Professora titular da Faculdade de Economia/UFF

³ Professor associado do IE/UFRJ e pesquisador do Grupo de Indústria e Competitividade (GIC-IE/UFRJ)

⁴ Professora adjunta do IE/UFRJ e pesquisadora do Grupo de Indústria e Competitividade (GIC-IE/UFRJ)

⁵ Assistente de pesquisa do Grupo de Indústria e Competitividade (GIC-IE/UFRJ)

Os autores agradecem à CNI e ao BID/INTAL pelo apoio na realização das pesquisas de campo utilizadas no artigo.

1. Introducción

Las tecnologías digitales definen heurísticas de resolución de problemas para una amplia variedad de campos y formas de aplicación. Las tecnologías digitales combinan una dimensión "suave"—big data e inteligencia artificial—cada vez más cargada de "inteligencia", con una dimensión "dura"—sensores, robots—con una dimensión de "conectividad"—redes de comunicación—. Como pueden ser ampliamente utilizadas, la oferta de soluciones digitales se expande rápidamente y los costes de adopción son decrecientes. El dinamismo asociado a la evolución de tecnologías de base digital es muy elevado y afecta a los procesos de decisión de las empresas en una perspectiva inter temporal: importa decidir sobre la solución que se va adoptar en el presente pero siempre con una mirada de porvenir y preparándose hoy para el futuro proyectado.

El proceso de toma de decisiones de las empresas para adoptar tecnologías digitales no es sencillo: la adopción de nuevas tecnologías tiende a ser modulada por la resolución de problemas, es decir, las empresas se involucran en la adopción de soluciones digitales si esperan resolver desafíos competitivos y crecimiento asociados a: (i) producción y comercialización de sus productos, incluyendo adaptaciones a sus modelos de negocio; (ii) organización de los procesos de producción y del trabajo; (iii) relaciones con proveedores, clientes y otros agentes. Sobre esta base, la empresa debe decidir qué solución digital le sirve a sus propósitos en el presente y en el futuro. Desde una perspectiva de recursos internos (*capabilities*) sería esencial considerar como prepararse para la digitalización y como ésta puede afectar a la disponibilidad y movilización de capacidades existentes y a la cualificación de los trabajadores. En este sentido, el proceso de digitalización de empresas industriales debe concebirse como un proceso evolutivo asociado tanto a las expectativas de las empresas cuanto a las perspectivas de crecimiento de sus mercados y su posicionamiento competitivo.

Desde una perspectiva estructural, además de la propensión sectorial inherente a la digitalización (por ejemplo, un ensamblador de televisores frente a una empresa minera), las empresas pueden tener inductores específicos para la digitalización, en particular, el tamaño y el nivel de sofisticación de su mercado, así como las perspectivas de crecimiento de la demanda por sus productos. Como los condicionantes internos y externos se refuerzan mutuamente, el posicionamiento y la preparación de una empresa frente a las tecnologías adquiere un carácter esencialmente estratégico, tal vez, incluso, de supervivencia competitiva. La diversidad de condiciones competitivas, en contextos marcados por acentuadas diferencias de capacidades y desempeño entre empresas (heterogeneidad estructural) también resulta en diversidad de soluciones a ser adoptadas por las empresas. La resultante de procesos de digitalización, desde una perspectiva sectorial o industrial, puede ser tanto de reducción de la heterogeneidad (caso la mayor parte de las empresas entren en un proceso de adopción), como de lo contrario, esto es, de su aumento.

El análisis que sigue concentra la atención en las implicaciones de la digitalización sobre el volumen de empleo y el perfil de cualificación de los trabajadores dadas las expectativas de adopción de tecnologías digitales en empresas argentinas y brasileñas en el futuro (5 a 10 años) y dado el nivel de preparación que las empresas están realizando hoy para lograr este futuro. En función de estas expectativas, el trabajo busca contestar las siguientes preguntas: ¿Qué cambios esperan las empresas en el volumen de empleo? ¿Que tipo de habilidades son relevantes—comunicación, tareas manuales, interacción hombre-máquina? ¿La recualificación demandada pasaría por el desarrollo de habilidades de alta cualificación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)? ¿Hay diferencias en las implicaciones sobre empleo y cualificación dependiendo del nivel de sofisticación digital esperado por las empresas? ¿Hay diferencias de expectativas en función de si las empresas están más o menos preparadas para el futuro? ¿Las expectativas de las empresas argentinas son semejantes o diferentes de las empresas brasileñas?

Para responder estas preguntas este trabajo utilizó la información de dos encuestas de digitalización aplicadas en Brasil y Argentina ofrecida por respondientes cualificados de empresas de ambos países 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 el referencial metodológico y empírico utilizado para evaluar la digitalización de las empresas argentinas y brasileñas. En seguida se presenta las características de las encuestas argentina y brasileña. La sección 5 analiza las implicaciones de las expectativas de adopción de tecnologías digitales en el futuro sobre el empleo. En seguida las mismas relaciones se establecen con relación a habilidades laborales. La sección 7 discute los principales resultados.

2. Tecnologías digitales, empleo y habilidades

La mayor parte de los estudios sobre las implicaciones de la digitalización sobre ocupaciones, empleo, cualificación y habilidades utiliza observaciones recientes o especificaciones de registros administrativos; muy pocos de ellos trabajan sobre bases de datos que compilan expectativas empresariales, foco de atención de este trabajo.

Al igual que en otras revoluciones tecnológicas, 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 y Ziebarth, 2015). En este sentido, un tema muy controvertido y aun no consensado, se refiere al impacto cuantitativo efectivo de las tecnologías digitales en las ocupaciones y el empleo. Uno de los estudios más citados sobre el tema (Osborne y Frey, 2013 y 2017), estima altas tasas de eliminación de ocupaciones debido a la automatización. Reflejando esta controversia, estudios con perspectivas más "pesimistas" argumentan sobre la posibilidad de una ruptura a 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 (Brynjolfsson y McAfee, 2011 y 2014). En la misma línea, Jeffrey Sachs y Laurence Kotlikoff (2012) también sugieren que las tecnologías digitales están reemplazando, no complementando, la mano de obra no cualificada, y que, con la posibilidad de tecnologías cada vez más inteligentes, incluso el empleo de trabajadores más cualificados se encontraría en riesgo.

En la posición contraria, otros estudios no ven ninguna disminución en los mercados laborales especializados en tareas rutinarias de Estados Unidos (Dorn et al., 2015). Gregory et al. (2016) van más allá al documentar impactos positivos netos en la demanda por mano de obra de actividades rutinarias en regiones europeas, principalmente porque el cambio tecnológico crea una serie de nuevas tareas. En los Estados Unidos, por ejemplo, el 30% de los puestos de trabajo creados desde finales de la década de 1990 se concentraría en ocupaciones que antes no existían, como la administración de tecnologías de información, fabricación de hardware y desarrollo de aplicaciones para smartphones (McKinsey, 2017). 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 (MGI 2017b). Por otro lado, si bien la polarización salarial podría exacerbarse en las economías avanzadas, los países en desarrollo tenderían a beneficiarse de una creciente clase media, lo que contrarrestaría este proceso. 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.

Asociando la metodología propuesta por Frey y Osborne (2013) con datos latinoamericanos, un estudio de Weller, Gontero e Campbell (2019) argumenta que la sustitución tecnológica del trabajo tendería a centrarse en la viabilidad tecnológica de la automatización, dando lugar a un cierto determinismo tecnológico que podría ser contrarrestado por una serie de factores que condicionan la posibilidad efectiva de sustitución: i) la proporción de tareas realizadas en una ocupación que puede automatizarse y su importancia relativa en todas las tareas realizadas en esa ocupación; (ii) los aumentos reales de productividad y competitividad que proporciona la nueva tecnología; (iii) las posibilidades efectivas de reducir costes laborales mediante la sustitución tecnológica; (iv) la capacidad de innovación y adaptación tecnológica, incluida la disponibilidad de un trabajo cualificado necesario para la gestión eficiente de las nuevas tecnologías; (v) el grado de desarrollo de infraestructuras y la disponibilidad de insumos y servicios especializados vinculados a la adopción de tecnologías digitales.

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. Sencillamente y de una forma estilizada y de forma agregada: 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 son afectadas por la existencia de políticas públicas que pueden afectar decisivamente a las expectativas y conductas de empresas y trabajadores.

Análogamente, desde una perspectiva meso económica, si en un sector, las empresas que pretenden ser líderes digitales registran un aumento del producto por encima del aumento de la productividad, habría absorción líquida de empleos. Alternativamente, 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 las distancias entre líderes y no líderes tecnológicos (y competitivos) podrían aumentar. Algunas de estas últimas podrían sucumbir y

desaparecer y la resultante final sería, entonces, la destrucción neta de empleos. Como consecuencia, la diversidad y heterogeneidad, en lugar de ser mitigada, pueda reproducirse o incluso ser reforzada.

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. 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" (WEF, 2020). Este proceso tiene impactos directos en las necesidades de recualificación (*reskilling*) de los trabajadores.

Desde la perspectiva de la cualificación, varios estudios asocian el proceso de digitalización con una revolución de las habilidades de los trabajadores. 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 son obtenidas a través de la educación formal, experiencia o formación. En este sentido, la "revolución de las habilidades" tiende a destacar la importancia de un modelo educativo centrado en las áreas denominadas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), eventualmente ampliado (STEAM) incluyendo áreas como la cultura general y la educación artística (como se indica en la inclusión de la letra A en el acrónimo), o STREAM, que incluye conocimientos básicos en el campo de la robótica y la inteligencia artificial (como se indica en la inclusión de la letra R).

Algunos autores 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 y Katz, 2009).

Con la "revolución de las habilidades" vinculada al proceso de digitalización, 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 y 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 a la interacción hombre-máquina. En este sentido, se consolida la percepción de que 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. Procedimientos para evaluar la digitalización esperada en las empresas y los efectos previstos en el empleo y habilidades

La investigación de campo realizada tanto en Brasil como en Argentina tiene 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 UNICAMP cuyo objetivo era verificar el uso actual y esperado de la digitalización en la industria brasileña (IEL et al, 2018).

La investigación de campo en Argentina se llevó a cabo en 2018 y caminó en la dirección de lo propuesto por el proyecto brasileño I-2027 (Albrieu et al, 2019a), con la diferencia de que la investigación argentina introdujo 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 de campo en Brasil en el marco del Proyecto I-2030 con el fin de incluir las preguntas sobre empleo introducidas en la encuesta argentina y, con ello, trazar una perspectiva comparativa más precisa entre ambos países⁶.

En estas encuestas se asumió que distintas generaciones y soluciones digitales conviven en distintas funciones empresariales y que la digitalización debe entenderse como un proxy de la actualización tecnológica de la empresa que constituye un factor crítico para sostener su capacidad competitiva. Los cuestionarios en estas encuestas tienen en común preguntas que buscaban caracterizar el uso esperado de las nuevas tecnologías y los esfuerzos en curso de las empresas para prepararse para el futuro proyectado. La propuesta sobre cómo investigar el proceso de adopción de soluciones digitales se basó en 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 que se pueden aplicar para realizar esta determinada función empresarial y, (iii) como el proceso de cambio es intenso y rápido, importa analizar las perspectivas de adopción en el futuro próximo y cómo las empresas en el presente se están preparando para ese proyecto de futuro. Teniendo como referencia la tecnología más avanzada (lo que se conoce como Industria 4.0), estas cuatro referencias reflejarían tanto el nivel de actualización tecnológica ya adoptado como un posible movimiento hacia una producción cada vez más conectada e inteligente.

Tomando como referencia las soluciones digitales más avanzadas o de frontera, se elaboró una clasificación de cuatro generaciones de tecnologías digitales de uso potencial (G1, G2, G3 y G4) estilizadas en tres funciones empresariales: relación con proveedores, gestión de producción y relación con el cliente. Las generaciones G1 y G2 incluyen tecnologías relativas a sistemas de programación de control numérico que están disponibles desde finales de la década de 1950; las tecnologías de la generación G3 existen desde hace algún tiempo y las tecnologías G4 son las más recientes. A pesar de las diferencias temporales de trazan la evolución de las tecnologías digitales, el tránsito o el paso de una generación a otra más avanzada por parte de las empresas no es necesariamente un proceso lineal.

La primera generación (G1) incluye soluciones digitales ya relativamente maduras y que normalmente se utilizan para fines específicos, esto es, en alguna función particular. Estar en la generación G1 representa un estado de digitalización puntual, donde las empresas utilizan tecnologías digitales para 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 soluciones de tecnologías digitales tienen un campo de aplicación más amplio y, con carácter general, se utilizan para 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. La adopción de tecnologías en esta generación implica incrementos en la eficiencia de las empresas y en la calidad de sus productos y procesos. Por la baja intensidad tecnológica asociada a estas generaciones, la transición de G1 a G2 no requiere grandes esfuerzos en términos de cambio organizacional e inversiones. El desarrollo y los cambios asociados involucrados en la transición de G1 a G2 son relativamente incrementales.

En la tercera generación (G3), las tecnologías están más integradas e interconectadas para ejecutar el control de diferentes funciones empresariales. Por ejemplo, bajo sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) que funcionan eficazmente, el flujo de información permite la interconexión de diversas funciones empresariales, pero, para esto, la estandarización de los procedimientos de producción, comunicación y administración debe estar muy bien desarrollada. Como resultado, los tiempos muertos y las pérdidas de procesos debidos a fallos de información se minimizan. Al mismo tiempo, 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. La compañía opera como un sistema cibernético, basado en la combinación de componentes de software con la parte mecánica o electrónica de las máquinas, generalmente vía sensores, permitiendo el control, monitoreo y análisis de datos, transferidos

⁶ Encuesta por teléfono realizada por la empresa Vox Populi

automáticamente entre el mundo físico (máquinas) y el ciber (software), con el apoyo de la inteligencia artificial. La implementación efectiva e integral de la G4 implica una gestión de procesos y un desarrollo de productos basados en el modelado virtual; *big data* y la inteligencia artificial se están utilizando plenamente, incluso en las relaciones externas y en la prevención de procesos básicos. La optimización en la toma de decisiones puede, de hecho, ser delegada al sistema cibernético existente. 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. En esta fase, las soluciones G4 probablemente se introducen gradualmente, pero el resultado final es un modelo de negocios integrado, interconectado e inteligente, que difiere considerablemente del adoptado por una empresa G3 completa.

Este enfoque metodológico tiene tres ventajas. En primer lugar, permite capturar la coexistencia de diferentes generaciones dentro de la misma empresa, dependiendo de cómo sea cada función organizativa en términos de digitalización de sus procesos. En segundo lugar, para permitir la comparación entre empresas, las generaciones digitales están referidas a cada una de las tres funciones empresariales contempladas (relación con proveedores, relación con los clientes, gestión de la producción), las cuales son comunes a cualquier empresa industrial, de cualquier rama de actividad. En tercer lugar, la especificación de soluciones digitales para realizar funciones de la empresa permite la consideración y aprehensión de los propios avances tecnológicos sin perder la referencia del proceso de cambio.

Además de las preguntas de digitalización, las encuestas introdujeron preguntas sobre las competencias de la fuerza laboral y su relación con el proceso de digitalización, diferenciando entre las denominadas habilidades blandas, las asociadas a interacción hombre-máquina, habilidades STEM y habilidades en tareas repetitivas y manuales. La amplitud sectorial de la investigación argentina fue menor que la de la brasileña, al igual que el número de empresas entrevistadas. Sin embargo, la encuesta argentina amplió la gama de empresas para incluir empresas más pequeñas.

4. Características de las encuestas en Argentina y Brasil

Para hacer comparables las empresas argentinas y brasileñas, se realizó el emparejamiento entre las bases de datos de los dos países de acuerdo con la actividad principal de las empresas. Como la encuesta brasileña tenía una cobertura sectorial más amplia, se usó como referencia la clasificación sectorial de la encuesta argentina. El panel final contiene 256 empresas argentinas de la encuesta de 2018 y 474 empresas brasileñas de la encuesta de 2020.

Cuadro 1 - Caracterización del panel de empresas argentinas y brasileñas

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%

Notas: (1) Tamaño: número de empleados. Para la encuesta brasileña, la fuente es RAIS/Ministerio de Trabajo. Para la encuesta argentina, el propio cuestionario. (2) Sistema Productivo: definido a partir de la agregación de sectores clasificados según la clasificación brasileña de actividades económicas que, a su vez, se basa en la CIIU. (3) No fue posible extraer el personal ocupado en las actividades STEM para todas las empresas del grupo del Brasil, ya que no todas las empresas estaban incluidas en el Informe Anual de Información Social (RAIS) del que se retiró esta información. Por lo tanto, la medida de entrenamiento tiene un número menor de observaciones que las otras variables de cuadro. (5) Una empresa de investigación argentina seleccionada no respondió a esta pregunta del cuestionario.

Fuentes: Desarrollo propio basado en datos de la encuesta I-2030 y Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.

El Cuadro 1 revela la distribución de empresas argentinas y brasileñas por tamaño, sistema productivo y capacitación laboral. Como sólo la encuesta Argentina consideró empresas con menos de 50 empleados, se consideró oportuno clasificar a las empresas en dos categorías, mayores y menores de 100 empleados, para asegurar un mejor equilibrio entre ambos paneles. Con el recorte utilizado, el 66,5% de las empresas brasileñas caía en el grupo de las mayores de 100 empleados, mientras que en el caso de Argentina, esta proporción representa menos del 24%. La clasificación por sistema productivo siguió la propuesta previamente consolidada en la encuesta brasileña I-2027. 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 nivel⁷ (grados en ingeniería, ciencia, tecnología y matemáticas) en relación con el número total de empleados. Como el perfil de capacitación puede variar según 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.

⁷ Se utilizó la estructura más desagregada (seis dígitos) de las profesiones de la Clasificación Brasileña de Ocupaciones (CBO), compatible con la Clasificación Internacional de Ocupación (ISCO). De un total de 2.614 ocupaciones, se seleccionaron 174: investigadores y profesionales politécnicos, ciencias naturales, profesionales de la física y la ingeniería, así como profesionales de las ciencias biológicas y áreas similares. En la investigación argentina ya había una pregunta en el propio cuestionario que identificaba el número de empleados ocupados en las actividades STEM (ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas).

De la encuesta argentina fueron utilizadas dos preguntas relacionadas con el objetivo de este trabajo. La primera trata 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. Los encuestados debían señalar para cada habilidad (blandas, interacción hombre-máquina, STEM y tareas repetitivas y / o manuales) un grado de importancia definido a partir del siguiente intervalo: (1) muy importante, (2) algo importante, (3) poco importante, (4) nada importante o (5) no sé.

La segunda pregunta se refería al impacto esperado en los próximos cinco a diez años en la dotación de personal ante el escenario proyectado de digitalización esperada por las empresas, considerando, para ello, cada función organizacional. Los encuestados debían responder si el resultado neto sería: (1) más personal, (2) igualdad de personal, (3) menos personal o (4) no sabe relativamente a la situación actual.

La encuesta brasileña incorporó estas dos cuestiones. La pregunta acerca de los impactos sobre el empleo a los empresarios brasileños fue exactamente igual a la encuesta argentina, lo que permitió la comparación directa entre ambos países. Sin embargo, la pregunta sobre los atributos relacionados con las habilidades de los trabajadores, los encuestados debían tener como referencia la disponibilidad futura de las mismas habilidades apuntadas en el caso argentino, pero ordenándolas jerárquicamente entre la primera, segunda y tercera más importantes. Cuando la disponibilidad de habilidad no estaba indicada entre las tres más importantes, no fue considerada relevante. Por tanto, la comparación entre los dos países demanda un análisis diferente. En primer lugar, se abordarán los impactos en el empleo y luego los impactos los atributos relacionados con las habilidades de los trabajadores.

5. Digitalización y empleo en Argentina y Brasil

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

- De acuerdo con el nivel de disposición. El nivel de disposición representa un grado de conocimiento acerca de la implementación de tecnologías digitales. En este sentido, se asume que cuanto mayor es el nivel de disposición, mayor es 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 generación de adopción prevista. La generación prevista, o futura, representa una expectativa de adopción, la cual podrá materializarse o no. En este sentido, ‘adopción prevista’ representa el punto de llegada futura al que la empresa le gustaría dirigirse y, por tanto, puede expresar, al menos indirectamente, el valor que la empresa da a la adopción de este tipo de tecnologías.

El Cuadro 2 muestra los resultados del primer cruce, esto es, la percepción de las empresas acerca del impacto de las tecnologías digitales sobre el empleo de acuerdo con el nivel de disposición en Argentina y Brasil. En el caso brasileño, el mayor porcentaje de respuestas de las empresas con nivel nulo de disposición se concentra en ‘no sabe’ o en ‘neutro’, es decir, la disposición pasiva para la digitalización está, por un lado, asociada al desconocimiento del impacto sobre el empleo (37,1%) o, en el peor de los casos, a una previsión de efecto neutro (31,4%) o incluso positivo sobre el empleo (25,7%). Entre las empresas que realizan, estudian o planean, las repuestas pendulan en dirección a la creación de empleo. Este cambio de dirección revela que una mayor disposición de las empresas a la adopción forma parte de su estrategia competitiva, esto es, está asociada a la confianza que el impacto de la adopción tendrá sobre su crecimiento futuro. Finalmente, entre las empresas cuyo nivel de disposición está en la ejecución de proyectos, las respuestas se polarizan casi que equitativamente, entre ‘creación’ y ‘no sabe’. La previsión de creación no se revela tan optimista como entre las empresas que están realizando estudios o planes, lo que puede ser decurrente de un mayor conocimiento sobre los problemas de adopción o sobre los riesgos asociados.

Cuadro 2 – Argentina y Brasil: percepción de impacto futuro sobre el empleo de acuerdo con el nivel de preparación (en % de empresas)

Argentina		Impacto en el empleo				
		Creación	Neutro	Destrucción	No sabe	Total
<i>Preparación</i>	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%
Brasil		Impacto en el empleo				
		Creación	Neutro	Destrucción	No sabe	Total
<i>Preparación</i>	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%

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

El caso argentino revela un patrón fuertemente concentrado en la percepción de neutralidad de impacto sobre el empleo para cualquiera que sea el nivel de disposición asociado. Las empresas argentinas 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 estudios o elaboración de planes se corresponde con una mayor tasa de respuestas sobre la creación de empleo. Finalmente, dentro del grupo de empresas que se encuentran en ejecución de proyectos, todavía 2 de cada 3 reportan un impacto neutro sobre el empleo. En este grupo de empresas, la neutralidad puede ser interpretada de dos formas. Por un lado, puede significar que la digitalización esté más asociada con una estrategia defensiva de manutención de su posición actual, más que 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.

El Cuadro 3 muestra los resultados de la percepción del impacto sobre el empleo de acuerdo con la generación que la empresa espera adoptar en el futuro, tanto en Argentina como en Brasil. En este caso, la generación relatada expresa un orden de movilidad hacia adelante en el proceso de digitalización, dado que no hay previsión, en ninguno de los países, de estar en el futuro en alguna generación digital más atrasada que la actual. Las empresas que prevén estar en el futuro en G1 revelan una no-movilidad. En Brasil, la no-movilidad está asociada, principalmente, a un desconocimiento del impacto de lo que la digitalización significa sobre el empleo (46,7%) o sobre un efecto neutro (28,6%). Sin embargo, un 22,5% de este tipo de empresas prevé un impacto positivo sobre el empleo, lo que significa que, para estas empresas, la no-digitalización no tiene efectos relevantes sobre su sobrevivencia. Alternativamente, en Argentina, la no-movilidad está asociada fuertemente con una previsión de impacto neutra sobre el empleo, siendo en este caso la percepción de destrucción superior a la de creación.

Cuadro 3 - Argentina y Brasil: percepción del impacto sobre el empleo de acuerdo con la generación digital prevista para el futuro (en % de empresas)

Argentina	Generación	Impacto en el empleo				
		Creación	Neutro	Destrucción	No sabe	Total
Futuro	G1	3,7%	74,4%	22,0%	0,0%	100,0%
	G2	4,9%	79,8%	14,8%	0,5%	100,0%
	G3	12,7%	73,1%	13,1%	1,1%	100,0%
	G4	20,8%	61,1%	13,2%	4,9%	100,0%
Brasil	Generación	Impacto en el empleo				
		Creación	Neutro	Destrucción	No sabe	Total
Futuro	G1	22,5%	28,6%	2,2%	46,7%	100,0%
	G2	49,7%	35,6%	4,5%	10,3%	100,0%
	G3	40,4%	25,6%	6,3%	27,6%	100,0%
	G4	61,3%	18,1%	4,9%	15,6%	100,0%

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

El grupo de empresas que esperan estar en G2 introduce ya un grado de movilidad de G1 a G2 o de permanencia en G2. La posibilidad de algún grado de avance se traduce, en el caso brasileño, en una caída del desconocimiento del impacto sobre el empleo, de un lado, y, de otro, en un aumento de la percepción sobre la creación de empleo (49,7%) o sobre la neutralidad (35,6%). En Argentina, el conjunto de empresas que prevé estar en G2 se caracteriza por una fuerte percepción de neutralidad sobre el empleo (casi un 80%) y, como en el grupo anterior, la percepción sobre un impacto de destrucción es superior a la percepción de creación.

Los grupos de empresas que esperan estar en G3 o en G4 representan órdenes de movilidad mayores, no sólo porque admiten la posibilidad de saltos tecnológicos discontinuos (por ejemplo, de G2 a G4), sino también porque representan generaciones digitales más avanzadas y, por tanto, son empresas que apuestan por este tipo de tecnología como parte de su estrategia competitiva. En Brasil, las empresas que esperan estar en G3 perciben, en su mayor parte (40,4%) que la adopción llevará a la creación de empleo. Sin embargo, una parte significativa no consigue prever impactos sobre el empleo (27,6%) o prevén un efecto neutro (25,6%). La falta de claridad acerca de los posibles impactos puede estar asociada al nivel de digitalización actual de la firma o a insuficientes esfuerzos en disposición; así como la neutralidad puede expresar un efecto previsto neto compensado entre creación y destrucción. En Argentina, la previsión futura en G3 representa una cierta reducción del efecto previsto de neutralidad en favor de la creación de empleo, aunque todavía la percepción de neutralidad es muy elevada (73,1%).

El grupo de empresas brasileñas que prevén estar en G4 representa un cambio de patrón. La expectativa de creación de empleo gana peso (61,3%), lo que ayuda a consolidar la asociación entre estrategia tecnológica a la estrategia competitiva de estas empresas; así como la previsión sobre neutralidad o el desconocimiento acerca del impacto sobre el empleo dejan de ser significativos. En Argentina, las empresas que están en este grupo también dan una importancia mayor a la creación de empleo en relación con las empresas que prevén estar en generaciones digitales más atrasadas. Sin embargo, la preponderancia del impacto neutro sobre el empleo se mantiene.

En conjunto, para los dos países, parece haber una asociación clara entre adopción de tecnologías digitales más avanzadas con una mayor percepción de creación de empleo, lo cual es predecible teóricamente por la fuerte relación que existe entre estrategia competitiva y tecnológica. Sin embargo, la explicación para el fenómeno de la percepción de neutralidad sobre el empleo, muy fuerte en Argentina, exige levantar hipótesis adicionales sobre lo que teóricamente sería predecible. Algunas ideas en este sentido son:

- (i) el proceso de difusión de tecnologías digitales es todavía incipiente en ambos países, pero más en Argentina que en Brasil, de forma que pocas empresas fueron ‘contagiadas’. En este sentido, las empresas ‘no contagiadas’ no conciben la no-adopción como una amenaza y el efecto previsto sobre el empleo es neutro: ni crea ni destruye. Esta explicación podría tener un efecto mayor entre las empresas argentinas, dada la mayor concentración de la muestra en empresas pequeñas que además son, en este país, las que menos avanzan;
- (ii) a pesar del carácter incipiente de la adopción digital, 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.

6. Digitalización y habilidades en Argentina y Brasil

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 la generación de adopción prevista en el futuro. La relación entre el uso de tecnologías digitales y las habilidades requeridas para el personal empleado deberá interpretarse de manera ligeramente diferente para cada país dada la naturaleza de cada cuestionario.

El primer análisis trata la relación entre la importancia de las habilidades y el grado de disposición o preparación de las empresas para lograr la adopción de tecnologías digitales. El Cuadro 4 muestra la relación para el caso argentino, considerando solo la proporción de empresas que respondieron ‘muy importante’ o ‘algo importante’ para las habilidades mencionadas. La principal característica de estas empresas es que la gran mayoría no está haciendo nada o está apenas en las etapas iniciales de estudios para la adopción de tecnologías digitales. La distribución del grado de importancia de las habilidades entre los diferentes niveles de preparación parece ser relativamente homogénea, con un pequeño énfasis en la mayor participación de las habilidades manuales en el grupo de empresas que no están haciendo nada en comparación con los otros niveles de compromiso. Por otro lado, las habilidades asociadas con la interacción hombre-máquina aumentan a medida que se consideran empresas que se encuentran en niveles más avanzados de disposición.

Cuadro 4 – Argentina: habilidades muy importantes o algo importante en el futuro, según el nivel de preparación (en % respuestas)

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

Nota: El “n” representa la suma de respuestas “muy importante” y “algo importante” para cada nivel de preparación considerando las tres funciones empresariales.

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

El análisis también considera la proporción de empresas según la relación entre la disponibilidad de habilidades del personal y el grado de disposición de hacer esfuerzos para digitalizar. En el caso de Brasil, el análisis separa las empresas en dos categorías: (1) aquellas que eligieron la disponibilidad de diferentes habilidades como la primera más importante y la segunda más importante y (2) aquellas que eligieron las mismas habilidades como la tercera más importante o que simplemente ni siquiera eligieron ninguna habilidad como atributo relevante. Esta distinción entre las dos categorías se debe a que la “no elección” tiene valor analítico. La pregunta en el ejemplo brasileño se parece más a un ranking o un ordenamiento de opciones y, cuando la empresa decide no clasificar una determinada habilidad, básicamente entiende que esa competencia no la gana (Cuadro 5).

Cuadro 5 – Brasil: Disponibilidad de habilidades en el futuro según el nivel de preparación (en % respuestas)

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

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

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la Encuesta I-2030.

El Cuadro 6 indica que las empresas brasileñas están proporcionalmente más avanzadas en términos de su nivel de compromiso en el proceso de adopción de tecnologías digitales en comparación con las empresas argentinas. Este resultado trae, en parte, un cambio de perfil en cuanto a la importancia de contar con empleados con habilidades específicas. A medida que las empresas avanzan hacia un mayor grado de preparación, las habilidades STEM y las habilidades que favorecen la interacción hombre-máquina aumentarán proporcionalmente. Por ejemplo, entre las empresas que están en proceso de ejecución de planes, el 34,3% clasificó a las habilidades STEM en la primera o segunda posición mientras que 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 acción alguna (25,9% frente al 8,2% de empresas que están en fase de ejecución de planes). Por lo tanto, las empresas brasileñas entienden, de alguna manera, que prepararse para un cambio hacia generaciones digitales superiores requiere acceso a personal con habilidades más sofisticadas como las relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas o aquellas que requieren conocimiento, diseño, adaptación y uso de nuevas tecnologías (interacción hombre-máquina).

Cuadro 6 – Argentina: habilidades muy importantes o algo importante en el futuro, por función empresarial, según la generación digital (en % de respuestas)

Habilidades/Función y generación digital	Proveedores		Clientes		Producción		Agregado*	
	G1 + G2	G3 + G4	G1 + G2	G3 + G4	G1 + G2	G3 + G4	G1 + G2	G3 + G4
<i>Blandas</i>	29,7	28,6	29,6	28,7	28,4	29,3	29,2	28,8
Interacción hombre-máquina	28,0	28,2	27,7	28,3	28,1	28,4	27,9	28,3
STEM	19,4	23,6	18,1	24,1	20,8	23,1	19,6	23,6
Manuales	22,9	19,7	24,6	18,9	22,8	19,2	23,4	19,3
Total % y (n)	100 (279)	100 (483)	100 (260)	100 (502)	100 (356)	100 (416)	100 (895)	100 (1401)

Notas: (*) El Agregado informa representa las respuestas dadas para la suma de las funciones. El “n” representa la suma de respuestas “muy importante” y “algo importante” dada para generaciones digitales prevalentes en las funciones empresariales.

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

El Cuadro 7 revela la relación entre la importancia de las diferentes habilidades de acuerdo con la generación digital esperada por las empresas argentinas para los próximos diez años, considerando cada función organizacional. La generación digital futura (o esperada) dice mucho sobre la perspectiva de cambio previsto la empresa. Para Argentina, la proporción de empresas que respondieron muy importante o algo importante para cada habilidad no cambia mucho entre funciones organizacionales. Aparentemente, las habilidades parecen tener un carácter más transversal y, por tanto, menos relacionadas con alguna función específica de la empresa. En cuanto a la perspectiva futura para el

avance de las generaciones digitales, existe una ligera tendencia a que las habilidades manuales prevalezcan en las empresas que pretenden permanecer en G1 o migrar a G2 en el futuro. Considerando el agregado de funciones, el 23,4% de las empresas otorgan proporcionalmente más importancia a las habilidades manuales, mientras que entre las empresas que pretenden pasar a G3 o G4 esta proporción es del 19,3%. Las habilidades STEM tienden a ser más relevantes entre las empresas que planean ir a G3 o G4.

Cuadro 7 – Brasil: Disponibilidad de habilidades en el futuro por función empresarial, según la generación digital (en % respuestas)

Primera y segunda más importante								
Habilidades/función generación digital	y	Proveedores		Clientes		Producción		Agregado*
		G1 + G2	G3 + G4	G1 + G2	G3 + G4	G1 + G2	G3 + G4	G1 + G2 G3 + G4
Blandas		27,7	29,8	28,7	28,9	28,6	29,0	28,3 29,2
Interacción hombre-máquina		28,6	31,8	26,3	33,9	27,0	33,0	27,3 32,9
STEM		18,8	28,6	20,0	27,4	19,3	27,6	19,3 27,9
Manuales		24,9	9,8	25,0	9,8	25,1	10,4	25,0 10,0
Total % y (n)		100 (458)	100 (490)	100 (456)	100 (492)	100 (430)	100 (518)	100 (1344) 100 (1500)
Tercera habilidad más importante y habilidad no elegida								
Habilidades/función generación digital	y	Proveedores		Clientes		Producción		Agregado*
		G1 + G2	G3 + G4	G1 + G2	G3 + G4	G1 + G2	G3 + G4	G1 + G2 G3 + G4
Blandas		22,3	20,2	21,3	21,1	21,4	21,0	21,7 20,8
Interacción hombre-máquina		21,4	18,2	23,7	16,1	23,0	17,0	22,7 17,1
STEM		31,2	21,4	30,0	22,6	30,7	22,4	30,7 22,1
Manuales		25,1	40,2	25,0	40,2	24,9	39,6	25,0 40,0
Total % y (n)		100 (458)	100 (490)	100 (456)	100 (492)	100 (430)	100 (518)	100 (1344) 100 (1500)

Notas: (*) El Agregado representa la suma de las respuestas dadas para las funciones. El “n” representa la suma de respuestas “muy importante” y “algo importante” dada para cada una de las funciones empresariales, considerando las generaciones digitales.

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la Encuesta I-2030

Al igual que en el caso argentino, las habilidades también presentan un carácter transversal en el caso brasileño, por lo que no se encontraron grandes diferencias en la distribución de las respuestas entre las tres funciones organizacionales. Según el Cuadro 6, tener trabajadores con habilidades STEM es proporcionalmente más importante para las empresas que pretenden estar en G3 o G4 en los próximos diez años. Para el agregado, el 27,9% de las empresas han elegido preferiblemente la habilidad STEM, mientras que entre los que pretenden adoptar generaciones G1 o G2 esta proporción es del 19,3%. La misma conclusión se observa para las habilidades relacionadas con la interacción hombre-máquina. Simétricamente, la disponibilidad de trabajadores con habilidades manuales no fue considerada relevante por las empresas brasileñas que pretenden avanzar hacia generaciones digitales más avanzadas.

7. Discusión

Los paneles de empresas argentinas y brasileñas no son enteramente representativos del universo de empresas industriales de los dos países. Sin embargo, los resultados encontrados sugieren señales importantes para reflexiones preliminares tanto para empresas que se reconozcan en algún de los perfiles aquí diseñados como para la estilización de tendencias y posibilidades que pueden ser útiles para orientar la formulación de políticas. Los “take away” más interesantes de este análisis son las cuestiones sobre las que se debe profundizar en ejercicios futuros.

En Argentina, las expectativas de adopción de tecnologías digitales son más modestas que en Brasil, de forma que las empresas ‘no contagiadas’ aún 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. Con relación a las habilidades, aquellas

asociadas con la interacción hombre-máquina aumentan a medida que las empresas se encuentran en niveles más avanzados de disposición para la digitalización. Sin embargo, las empresas argentinas aún se encuentran en una etapa muy temprana en términos de preparación, es decir, sus planes para incorporar tecnologías digitales de manera efectiva aún no están consolidados. Las empresas brasileñas esperan estar proporcional y relativamente más avanzadas en términos de preparación, es decir, asumen un compromiso relativamente mayor en el proceso de adopción de tecnologías digitales en comparación con las empresas argentinas.

En general, la perspectiva en relación al futuro que surge de la evidencia recopilada es de avance. Las empresas de ambos países son considerablemente optimistas sobre su posición en el uso de las tecnologías digitales. Los niveles de digitalización esperados para los próximos años deberán ser superiores en Brasil que en Argentina, tanto por funciones como entre empresas de diferente tamaño (en media) y entre sistemas productivos. Debido al efecto de desplazamiento de la frontera en el futuro y dado que una gran parte de las empresas son rezagadas (47,0 % en Brasil y 64% en Argentina), el avance de la digitalización respecto de la frontera será limitado en Brasil; mientras que, en Argentina, el resultado esperado podría ser de distanciamiento respecto de la frontera. En Brasil, las empresas más dinámicas provienen del sistema automotriz y de insumos básicos. En Argentina, se concentran en las industrias químicas y, en menor medida, en la agroindustria, bienes de consumo y bienes de capital.

En el marco de una perspectiva a futuro, resta conocer cómo las empresas se preparan para lograr este objetivo. En el caso de Brasil, la proporción de empresas con proyectos en curso o planes en elaboración, aumenta a medida que migran a generaciones digitales más avanzadas. En Argentina no se observa este movimiento. Tanto en Brasil como en Argentina, el proceso de digitalización parece venir acompañado de un aumento de heterogeneidad digital en industrias ya tecnológicamente heterogéneas. En este sentido, la digitalización reproduce la heterogeneidad tecnológica existente.

En relación al empleo y la demanda de habilidades, el impacto percibido de la digitalización sobre el empleo varía de acuerdo con la etapa de digitalización de las empresas, la generación de adopción prevista en el futuro y el nivel de disposición a digitalizar. Los resultados presentan una asociación, para ambos países, entre adopciones de soluciones digitales más avanzadas con una mayor percepción de creación de empleo, lo cual sugiere una relación entre estrategia digital y perspectivas de crecimiento de las empresas en sus mercados: las empresas esperan que tal crecimiento más que compense la posible substitución de trabajadores por razones tecnológicas.

Las relaciones entre estrategia digital y perspectivas de crecimiento de las empresas en sus mercados, indica que las empresas esperan que el crecimiento compense los posibles desplazamientos de trabajadores por razones tecnológicas. Las empresas líderes en el proceso de digitalización, proyectan que la digitalización vendrá con la necesidad de trabajadores con habilidades blandas y habilidades de interacción persona-máquina. Mientras en Brasil las empresas líderes ponen en relieve la disponibilidad de trabajadores con competencias STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), las empresas argentinas rezagadas se inclinan por habilidades manuales asociadas a tareas repetitivas.

En términos de las habilidades, los resultados indican un alto grado de consenso; hay una firme convicción entre las empresas argentinas y brasileñas 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 de las empresas.

Entre las empresas más avanzadas, se percibe una mayor creación de empleo, y una mayor demanda de trabajadores con habilidades blandas y que permitan la interacción hombre-máquina. En relación al impacto de la digitalización sobre el trabajo y la demanda por habilidades, las empresas que se encuentran en procesos de adopción digital más avanzados apuntan a la creación de empleo en ambos países. Es posible especular que las empresas más avanzadas en adopción hoy son también las más propensas a estar en generaciones avanzadas en el futuro, dado que ya tienen un nivel relativamente avanzado de acumulación tecnológica. En este sentido, la expectativa de creación de empleo representa un refuerzo acumulativo de tendencias relacionadas con la evolución del empleo que, aparentemente, será más intenso en Brasil.

Por otro lado, aunque las relaciones entre digitalización y empleo no están tan bien delineadas, los resultados sugieren algunas pistas cargadas, incluso, de alguna dosis de contrasentido, tanto en términos de digitalización esperada en el futuro, cuanto en términos de preparación en el presente para este futuro planeado. Así: (i) en los dos países, el grupo de empresas que apuntan para la destrucción neta de empleos son minoría; (ii) las empresas argentinas indican, mayormente, un impacto neutro; (iii)

la creación de empleos surge como una leve tendencia entre las argentinas más avanzadas y de modo mucho más significativo entre las empresas brasileñas, con excepción de las que esperan mantenerse digitalmente rezagadas en el futuro. Son estas las empresas que también responden ‘no saber’ lo que el futuro reserva al empleo. Para las empresas más avanzadas, vale la pena investigar si esta tendencia atiende a una percepción particular de los impactos de las nuevas tecnologías o a la creencia en un escenario de crecimiento futuro.

Las implicaciones del proceso de digitalización sobre el empleo no alcanzan consenso similar a los resultados referentes a habilidades y cualificaciones. Los resultados destacados no pueden ser tomados como representativos, pero sí como alertas. Las diferencias entre empresas argentinas y brasileñas demandan reflexiones estratégicas y acciones de política pública y privada. El tema demanda además más investigaciones principalmente para sofisticar aún más las relaciones analíticas entre digitalización y empleo, incluyendo por un lado el nivel meso económico, esto es, los patrones de competencia, estructuras de mercado y perfil de la demanda y, por otro, el nivel macro, es decir, el comportamiento de las empresas frente a los ciclos económicos y políticos.

Digital technologies, employment and labor skills: a prospective and comparative study of Argentine and Brazilian industrial companies

Abstract:

The main objective of this study is to relate the perceptions about the adoption of digital technologies, in the present and in the near future, by Argentine and Brazilian industrial companies with two dimensions of the labor market: job creation and skills required in the demand for workers. For this, the information obtained in original and recent field surveys conducted in both countries is used. The results show a positive association between the adoption of more advanced digital solutions and a perspective of job creation in both countries. Companies expect that advances in digitization will come accompanied by the need to deepen social skills and human-machine interaction of workers. The study suggests that the growth of companies in their respective markets mediates the relationships between digital technologies and work.

Keywords: digitalization, employment, Brazilian industry, Argentine industry

Referências bibliográficas

ABRAMOVITZ, M. (1986). "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind." *The Journal of Economic History* 46 (2): 385–406. doi:10.1017/S0022050700046209.

ACEMOGLU, D., et al (2014). Return of the Solow Paradox? IT, Productivity, and Employment in US Manufacturing. *NBER Working Paper*, n. 19837.

ALBRIEU, R. Et al. (2019a) *Travesía 4.: hacia la transformación industrial argentina*. INTAL/BID, Buenos Aires. Nota Técnica del BID 1672

ALBRIEU, R. et al. (2019b) *The adoption of digital technologies in developing countries: Insights from firm-level surveys in Argentina and Brazil*. Department of Policy, Research and Statistics UNIDO, Vienna, Working Paper 6/2019.

BRYNJOLFSSON, E., MCAFEE, A., (2011). *The Race Against the Machine, 2011*. Lexington Massachusetts: Digital Frontier Press. www.raceagainstthemachine.com

BRYNJOLFSSON, E., MCAFEE, A., (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York and London: W.W. Norton & Company

BRYNJOLFSSON, E.; SYVERSON, D. (2017). *Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics*. *NBER Working Paper*, n. 24001. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w24001>.

CEPAL - COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (2018a). *The new digital revolution: From the consumer Internet to the industrial Internet*. Santiago: United Nations Publication.

CEPAL - COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (2018b). *Data, Algorithms and Policies: Redefining the Digital World*. Santiago: United Nations Publication LC/CMSI.6/4.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2016). *Desafios para a indústria 4.0 no Brasil*. Brasília: CNI, 2016.

CORRADO, C. A.; HULTEN, C. R. (2010). How Do You Measure a "Technological Revolution? *American Economic Review*, v. 100, n. 2, p. 99–104. DOI:10.1257/aer.100.2.99.

COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. (Coords.) (1991). *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Papirus, Campinas.

DAUGHERTY, P. R., WILSON, H. J. (2018). *Human + machine: reimagining work in the age of AI*. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press.

- DORN, D., HANSON, G. H., ET al. (2015). Untangling trade and technology: Evidence from local labour markets. *Economic Journal*, 125(584):621–46
- FERRAZ, J.C.; KUPFER, D.; TORRACCA, J.; BRITTO, J. N. P. (2019). Snapshots of a state of flux: how Brazilian industrial firms differ in the adoption of digital technologies and policy implications. *Journal of Economic Policy Reform*, v. 23, n. 4. DOI: 10.1080/17487870.2019.1578651.
- FREY, C.; OSBORNE, M. (2013) *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?* Working Paper, Oxford, University of Oxford.
- FREY, C.; OSBORNE, M. (2017) "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?" *Technological Forecasting & Social Change* 114 (2017) 254–280
- GEROSKI, P. A. (2000). Models of technology diffusion. *Research Policy*, v. 29, n. 4-5, p. 603–625.
- GOLDIN, C. AND KATZ, L. (2009) *The Race Between Education and Technology*. Harvard University Press, 2009, Cambridge, MA
- GREGORY, T., ARNTZ, M., AND ZIERAHN, U. (2016). *The risk of automation for jobs in oecd countries: A comparative analysis*. OECD Social, Employment, and Migration Working Papers, (189):
- IEL (2018). *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.
- JAIN, B.; ADIL, G.; ANANTHAKUMAR, U. (2014). Development of questionnaire to assess manufacturing capability along different decision areas. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 71, p. 2091-2105.
- JMAC (2016). *Industry 4.0 on air in Japan*. Japan Management Association Consultants.
- KPMG (2016). *The disruptors are the disrupted. Disruptive technologies barometer: Technology sector*. KPMG International, Nov. 2016.
- KUPFER, D.; FERRAZ, J.C.; TORRACCA, J. (2019). *A comparative analysis on digitalization in manufacturing industries in selected developing countries: Firm-level data on Industry 4.0*. Department of Policy, Research and Statistics, UNIDO, Vienna, Working Paper 16/2019.
- MAHAJAN, V.; PETERSON, R. A. (1985). *Models for Innovation Diffusion*. Thousand Oaks: Sage.
- MARYLAND, DEPARTMENT OF BUSINESS & ECONOMIC DEVELOPMENT (2014). *Advanced Manufacturing Survey*. Baltimore: Maryland Department of Commerce.
- McKINSEY (2014). *McKinsey Digital: Industry 2014 after the initial hype*. McKinsey Global Institute – MGI.
- McKINSEY (2017) Artificial intelligence - the next digital frontier? McKinsey Global Institute - MGI, Discussion Paper, June 2017
- 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. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.31>
- OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2017). *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264271036-en>
- OKS, S. J.; FRITZSCHE, A.; LEHMANN, C. (2016). *The digitalisation of industry from a strategic perspective*. In: R&D MANAGEMENT CONFERENCE 2016 "FROM
- SACHS, J. D. and KOTLIKOFF L. J, (2012) "Smart Machines, Long Term Misery," NBER Working Paper, December 2012, http://www.nber.org/papers/w18629.pdf?new_window=1

SCIENCE TO SOCIETY: INNOVATION AND VALUE CREATION". Cambridge, UK, 3-6 July 2016.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, v. 92, n. 11, p. 64-88.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, v. 93, n. 10, p. 97-114.

PWC (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise*. 2016 Global Industry 4.0 Survey.

SVOBODOVA, L. (2011). *Advanced manufacturing technology utilization and realized benefits*. In: WSEAS INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, 15., July 2011.

UNIDO (2019). *Industrial Development Report 2020: Industrializing in the digital age*. Viena: United Nations Industrial Development Organization.

VDMA (2015). *Guideline Industrie 4.0*. Guiding principles for the implementation of Industrie 4.0 in small and medium sized businesses. Frankfurt am Main: VDMA Verlag.

WEF (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum. October 2020

WELLER, J.; GONTERO, S.; CAMPBELL, S. (2019) *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*, CEPAL - COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, Serie Macroeconomía Del Desarrollo 201