

Argentina - Brasil

La travesía por la digitalización

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

Instituto para la Integración
de América Latina y el
Caribe

Sector de Integración y
Comercio

NOTA TÉCNICA N°
IDB-TN-2198

Argentina - Brasil

La travesía por la digitalización

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

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

Argentina - Brasil: la travesía por la digitalización / João Carlos Ferraz, Julia Torracca,
Ana Urraca Ruiz, Jorge Britto, Henrique Schmidt; [edición, Emilio Cicco].

p. cm. — (Nota técnica del BID; 2198)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Information technology-Economic aspects-Argentina. 2. Information technology-
Economic aspects-Brazil. 3. Manufacturing industries-Technological innovations-
Argentina. 4. Manufacturing industries-Technological innovations-Brazil. 5. Business
enterprises-Technological innovations-Argentina. 6. Business enterprises-Technological
innovations-Brazil. I. Ferraz, João Carlos, 1953- II. Torracca, Julia. III. Urraca Ruiz,
Ana. IV. Britto, Jorge. V. Schmidt, Henrique. VI. Cicco, Emilio, editor. VII. Banco
Interamericano de Desarrollo. Instituto para la Integración de América Latina y el
Caribe. VIII. Serie.
IDB-TN-2198

Códigos JEL: O14, N16, D22, J24, L22

Palabras clave: Digitalización, Empresas, Argentina, Brasil, Demanda, Habilidades

João Carlos Ferraz, Consultor Externo

Julia Torracca, Consultor Externo

Ana Urraca Ruiz, Consultor Externo

Jorge Britto, Consultor Externo

Henrique Schmidt, Consultor Externo

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2021 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



ARGENTINA - BRASIL LA TRAVESÍA POR LA DIGITALIZACIÓN

AUTORES

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

JUNIO 2021

ÍNDICE



ARGENTINA - BRASIL LA TRAVESÍA POR LA DIGITALIZACIÓN

AUTORES

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

EDICIÓN


Emilio Cicco



03	Principales hallazgos y mensajes
04	Resumen Ejecutivo
06	Introducción
07	Antecedentes
09	1/ Digitalización en empresas industriales: una breve revisión
09	1.1 / La naturaleza de las tecnologías digitales
09	1.2 / Tecnologías digitales en empresas industriales
11	1.3 / Generaciones digitales en funciones empresariales: una propuesta para capturar el proceso de digitalización de empresas de forma dinámica
15	2/ Digitalización en empresas argentinas y brasileñas: un análisis comparativo descriptivo
15	2.1 / Características de las encuestas de campo de Argentina y Brasil
17	2.2 / Digitalización en empresas argentinas y brasileñas
26	3/ Análisis comparativo de la adopción de tecnologías digitales en Brasil y Argentina
26	3.1 / Un indicador sintético: el Índice de Digitalización Condicionado
30	3.2 / IAA e IDC de empresas argentinas y brasileñas: un análisis comparativo
37	3.3 / Empresas líderes, seguidoras y rezagadas en Argentina y Brasil
43	4/ Tecnologías digitales, empleo y habilidades
43	4.1 / Tecnologías digitales y empleo
45	4.2 / Tecnologías digitales y habilidades
46	4.3 / Tecnologías digitales, empleo y habilidades en Argentina y Brasil: una introducción
47	4.4 / Argentina y Brasil: digitalización y empleo
51	4.5 / Argentina y Brasil: digitalización y habilidades
56	Conclusiones
59	Referencias
61	Apéndice - Índice de Digitalización Condicionado (IDCi)

* João Carlos Ferraz, Julia Torracca y Henrique Schmidt, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

** Ana Urraca Ruiz y Jorge Britto, Faculdade de Economia, Universidade Federal Fluminense, Niteroi, RJ, Brasil.



Principales hallazgos y mensajes

1. Los resultados de este estudio no son representativos de todas las industrias de ambos países. Pero deben ser tomados como **señales de alerta. La heterogeneidad digital en la Argentina y Brasil, es un llamado urgente a la reflexión estratégica, y a acciones de política pública y privada.**
2. De acuerdo al Índice de Digitalización Condicionado, que vincula los niveles de digitalización actuales y del futuro, con la preparación de las empresas para el escenario que vendrá, **en Brasil, el 14,1% de las empresas se califica como líderes, el 38,8% como seguidoras y el 47% como rezagadas. En Argentina, solamente 3,8% de las empresas se define como líderes, el 32,2% como seguidoras y el 64% como rezagadas.**
3. En Brasil, las empresas más dinámicas provienen de la industria automotriz y de insumos básicos. En la Argentina, esa característica predomina en empresas químicas y ciertas agroindustrias. Y las firmas de bienes de consumo y capital se encuentran rezagadas.
4. En ambos países, las empresas de mayor tamaño tienden a presentar más disposición a avanzar. Las más pequeñas, en general, son más retrasadas.
5. **Entre las empresas más avanzadas, se percibe una mayor creación de empleo, y una demanda de trabajadores con habilidades blandas y de interacción persona-máquina.**
6. Las distancias entre empresas líderes y seguidoras, y las rezagadas son significativas. **Así, la heterogeneidad digital es una marca en las industrias de los dos países** y esta heterogeneidad puede acentuarse en el futuro. Pero hay **otros escenarios posibles:**
 - (A) **Las diferencias entre empresas disminuyen como resultado de un proceso de exclusión digital y competitiva, con la desaparición de las empresas retrasadas.**
 - (B) **Las diferencias entre empresas disminuyen como resultado de un proceso de inclusión digital y competitiva.**
7. ¿Pueden las distancias entre grupos crecer? O, por otro lado, si el acceso y la adopción de soluciones digitales se generaliza: ¿Las “rezagadas” tendrán más oportunidades? Y, más aún: ¿La brecha entre empresas se estrechará como resultado de la inclusión digital y competitiva? ¿Qué tan difícil es llevar a cabo procesos de actualización tecnológica?



Resumen

La **digitalización** de empresas es una **tendencia marcada** a futuro, vinculada a procesos de transformación de modelos de negocios, factores de éxito competitivo e, incluso, estructuras de mercado. La digitalización facilita un escenario con **empresas más integradas, interconectadas e inteligentes**.

La base empírica de este estudio estuvo conformada por dos paneles de **256 empresas argentinas y 474 empresas brasileñas –encuestadas en el 2018 y en el 2019/20 respectivamente–**, en base a la compatibilidad sectorial de las empresas, teniendo como referencia la clasificación CIIU a tres dígitos.

El trabajo resalta similitudes y diferencias en el proceso de digitalización entre empresas de ambos países, y considera características estructurales como tamaño, sector de actividad y capacitación de la fuerza de trabajo.

Procesos de digitalización de igual o diferentes intensidades, y mayores o menores diferencias entre empresas, son señales de **homogeneidad o heterogeneidad digital entre, y en el interior de los dos países. Esto puede indicar oportunidades, riesgos y desafíos para las industrias argentinas y brasileñas.**

Para identificar la posición relativa de las empresas, el estudio distingue cuatro generaciones de soluciones digitales en tres funciones empresariales u organizativas: relación con proveedores, gestión de producción y relación con el cliente. La evolución tecnológica no es un proceso lineal. Además, tiende a ser progresivamente más exigente en términos de planificación y acciones específicas para adquirir las tecnologías necesarias. Del mismo modo, exige una creciente demanda para obtener recursos adecuados en infraestructura, conocimientos y habilidades.

El presente estudio no sólo determina las etapas de evolución y el proceso de transformación productiva en términos de adopción de tecnologías digitales, sino también (y más importante aún) destaca los esfuerzos en marcha en la actualidad, para prepararse de cara al futuro. Con el fin de captar posibles movimientos evolutivos, se utiliza un indicador propio: el Índice de Digitalización Condicionado (IDC) que proyecta el nivel de digitalización en el que se encontrarán las empresas en los próximos cinco a diez años. Y toma en cuenta tres factores: la generación digital adoptada; la generación en la que la empresa espera estar en el futuro; y su nivel de preparación para alcanzar los objetivos.

El análisis del IDC permite calificar las empresas como líderes, seguidoras o rezagadas. En general, **los niveles de digitalización esperados en los próximos años serían superiores en Brasil que en Argentina: Brasil presenta una proporción mayor de empresas en la posición de liderazgo y de empresas seguidoras que pretenden hacer un salto tecnológico.** La diferente estructura de los paneles por estratos de tamaño parece estar por detrás de estos resultados. Cuando se trata de comparar las empresas mayores de 100 empleados, los IDCs de las empresas brasileñas son mayores, pero las empresas argentinas reducen su distancia a mayor velocidad. También se notan diferencias sectoriales interesantes: los sistemas productivos automotrices y de insumos básicos concentran empresas más dinámicas en Brasil, mientras que en la Argentina las empresas de química buscan un avance mayor.

En relación con el impacto de la digitalización sobre el trabajo y la demanda por habilidades, **en ambos países, las empresas con procesos de adopción de soluciones digitales más avanzadas apuntan a la creación de empleo.** Quizás la explicación para esa percepción esté en la expectativa de las empresas que esperan que el crecimiento compense por demás los posibles desplazamientos de trabajadores por razones tecnológicas.

Con referencia a las habilidades, las empresas líderes en el proceso de digitalización proyectan que las nuevas tecnologías están asociadas con la necesidad de trabajadores con habilidades blandas y habilidades de interacción persona-máquina. Además, en Brasil las empresas líderes ponen en relieve la disponibilidad de trabajadores con competencias STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) mientras que las empresas rezagadas, especialmente las argentinas, se inclinan por mantener importancia a las habilidades manuales.

Las empresas argentinas y brasileñas coinciden en prever avances principalmente en aquellas de mayor porte. Sin embargo, un subconjunto de este grupo todavía está en las primeras generaciones digitales. Las distancias entre empresas líderes y seguidoras, y las rezagadas son significativas y tienden a aumentar. Por lo tanto, **la heterogeneidad digital es una marca en las industrias de los dos países** y puede acentuarse en el futuro. **Otros escenarios posibles:**

- (A) Las diferencias entre empresas disminuyen como resultado de un proceso de exclusión digital y competitiva con la desaparición de las empresas retrasadas;**
- (B) Las diferencias entre empresas disminuyen como resultado de un proceso de inclusión digital y competitiva.**

Los resultados del presente estudio, no son representativos de todas las industrias de los dos países, pero deben tomarse como señales de **alerta. La heterogeneidad digital, en ambos países demanda reflexiones estratégicas y acciones de política pública y privada.**

Un punto de partida es conocer si, efectivamente, la adopción de soluciones digitales diferencia a las empresas y resulta en ventajas competitivas. También vale la pena investigar si, en la medida en que el acceso y la adopción de soluciones digitales se generalicen, esto traerá nuevas oportunidades para las empresas rezagadas. Esta posibilidad requiere investigar qué tan difícil es llevar a cabo procesos de actualización tecnológica, para así evaluar riesgos y recompensas de la movilización de recursos con el fin de desarrollar habilidades y soluciones.





Introducción



A partir de encuestas realizadas en Brasil (2019/2020) y Argentina (2018), el presente estudio se propone comparar el proceso de digitalización en empresas industriales de ambos países. El estudio busca identificar similitudes y diferencias sobre dos temas centrales: (i) el proceso de adopción actual y futura de soluciones digitales, y la proyección a futuro de las empresas y, (ii) las implicaciones del uso de tecnologías digitales sobre el empleo y habilidades de los trabajadores.

El análisis comparativo considera características estructurales de las empresas como tamaño, sector de actividad y capacitación de la fuerza de trabajo. De esta manera, se pretende discutir los desafíos para el desarrollo industrial en estos países.

El estudio de similitudes y diferencias entre las empresas argentinas y brasileñas demandó compatibilizar las encuestas. Esto fue realizado a partir de la especificación de las actividades productivas (sectores) de cada una de ellas. Además del análisis de estadísticas descriptivas, el estudio comparativo utilizó un indicador sintético: el Índice de Digitalización Condicionado -IDC- desarrollado con el objetivo de informar la perspectiva futura de la digitalización de la empresa. El IDC combina tres variables: la generación digital adoptada por las empresas en el presente, la generación esperada para el futuro y la que representa el esfuerzo actual (preparación) en curso para alcanzar el nivel esperado a futuro. En base al análisis anterior, se consideran las implicaciones de la digitalización sobre el empleo y las habilidades de los trabajadores.

Además de esta Introducción, el documento contiene cuatro secciones y un Apéndice. En la primera sección, se examina la digitalización en las empresas industriales. En la siguiente, se comparan las empresas argentinas y brasileñas con base en estadísticas descriptivas. La tercera, compara las empresas de ambos países a partir del indicador sintético, IDC. Luego, se presenta el debate sobre empleo y habilidades, y el análisis de las percepciones de los empresarios argentinos y brasileños sobre empleo y habilidades considerando su proceso de digitalización. La última sección, discute las principales implicaciones a la luz de los resultados encontrados. El apéndice detalla la metodología de construcción de los indicadores utilizados.





Antecedentes

En todo el mundo, el proceso de digitalización en las actividades económicas se acelera a ritmo creciente (OECD, 2017). Las razones de esta expansión son, al menos, cuatro y revelan el impacto económico de estas transformaciones:

- la caída en los costos de las tecnologías digitales;
- la creciente oferta de insumos, productos y servicios digitales;
- la amplia aplicabilidad de soluciones;
- la convergencia de distintas tecnologías para la construcción de soluciones integradas que resuelven problemas productivos.

Por su amplitud y profundidad, el avance de la digitalización hacia generaciones tecnológicas avanzadas implica cambios en modelos de negocio que impactan en patrones de competencia y hasta estructuras de mercado (IEL et al, 2018; Porter & Heppelman 2015). Una perspectiva volcada a modelos de negocios integrados, conectados, inteligentes y procesos de servicificación, ha llevado a algunos países a implementar estrategias proactivas de digitalización industrial. Estas estrategias nacionales tienen cuatro elementos en común: prioridad política; visión de largo plazo, recursos estables e interacción público-privada (IEL et al, 2018).

En países en desarrollo, aún la información es escasa. Los datos de investigaciones en Argentina (Albrieu et al, 2019), Brasil (IEL et al, 2018) y un estudio reciente de la UNIDO (2019) para Ghana, Vietnam y Tailandia revelan que las empresas están relativamente atrasadas, pero con cierta perspectiva de progreso en el futuro próximo (5 a 10 años).

Estas tres contribuciones tienen elementos en común. El primer trabajo se enmarca en el proyecto I2027 (IEL et al, 2018). Allí se entrevistaron alrededor de 750 empresas con más de 100 empleados, de diversos sectores. La principal motivación de esta primera encuesta, realizada en 2017, fue verificar el esperado empleo de la digitalización en la industria brasileña. Se asumió que distintas generaciones y soluciones digitales conviven en distintas funciones empresariales, y que la digitalización debe entenderse como un rasgo de actualización tecnológica de la empresa, y un factor decisivo para sostener su capacidad competitiva.

El cuestionario contaba con preguntas que buscaban caracterizar el uso de las nuevas tecnologías y los esfuerzos de las empresas para prepararse para esa proyección a futuro. Este mismo abordaje se aplicó al caso argentino, con preguntas añadidas sobre empleo y habilidades de la fuerza laboral y su relación con el proceso de digitalización. Aquí se hizo una distinción entre las habilidades blandas, las asociadas a la interacción persona-computadora, y a tareas repetitivas y/o manuales. La amplitud sectorial de la investigación argentina fue menor que la de la brasileña, al igual que el número de empresas entrevistadas (unas 300 empresas enfocadas en los sectores de alimentos, acero, automóviles, textiles, maquinaria y equipos agrícolas y farmacéuticos). Sin embargo, la encuesta argentina amplió la gama de empresas e incluyó más pequeñas.

Posteriormente, se aplicó el mismo enfoque para la adopción de tecnologías digitales en otros países en desarrollo (Ghana, Tailandia, Vietnam) en asociación con la UNIDO. Además de las preguntas sobre competencias laborales, el cuestionario incluía preguntas sobre las implicaciones de la digitalización para la producción, la eficiencia de la producción y la sostenibilidad ambiental. En 2020, se realizó una nueva encuesta de campo en Brasil y, esta vez, se entrevistaron aproximadamente 1.000 empresas industriales, con un tamaño de al menos 50 empleados, similar a la encuesta argentina y con amplia cobertura sectorial. La forma de abordar la digitalización es la misma (pero solo para tres funciones de negocio: relación con proveedores, gestión de producción

y relación con clientes), y se han incluido preguntas de la investigación de Argentina y ONUDI. A la par, se sumaron preguntas sobre necesidades de infraestructura y otros aspectos del “ecosistema” que afectan el ritmo y la intensidad del proceso de digitalización.

Esta nueva investigación en Brasil y el aprendizaje en el análisis de resultados entre países abren el espacio para un nuevo enfoque de comparación sistemática entre Argentina y Brasil a la luz de los resultados anteriores.

Un estudio econométrico de la investigación brasileña concluyó que la conducta de las empresas, especialmente su disposición para construir el futuro, constituye una variable explicativa relevante para diferenciarlas en la dinámica de digitalización (Ferraz, Kupfer, Torracca y Britto, 2019). En una encuesta de campo similar realizada en Argentina en 2018, se demostró que aproximadamente el 83% de las empresas entrevistadas, en promedio, hace uso de tecnologías digitales de primera y segunda generación, aunque la perspectiva para los próximos diez años, era de dar un paso hacia soluciones digitales más avanzadas. Sin embargo, solo el 5% de las empresas argentinas emprendía acciones concretas para desencadenar este proceso de digitalización (Albrieu et al, 2019a).





1/

Digitalización en empresas industriales: una breve revisión¹

1.1 · LA NATURALEZA DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES

Las tecnologías digitales definen una heurística para la resolución de problemas en una amplia variedad de campos y aplicaciones. El potencial de cambio que producen las tecnologías basadas en la tecnología digital es muy fuerte: afecta la forma en que las empresas producen y comercializan sus productos, cómo trabajan, compran y consumen las personas, y cómo las instituciones realizan sus funciones.

Las tecnologías digitales combinan una dimensión “blanda” – big data e inteligencia artificial – cada vez más cargada de “inteligencia”, con una dimensión “dura” – sensores, robots – y una dimensión de “conectividad” – redes de comunicación. La combinación eficaz de estas tres dimensiones depende de la disponibilidad de información en un amplio espectro de actividades: desde la información fisicoquímica de un horno elevado, por ejemplo, hasta el sistema contable de una empresa y los registros de compra y venta de insumos.

Un avance tecnológico puede combinar nuevas soluciones con soluciones existentes de generaciones anteriores, ya que las tecnologías digitales han estado disponibles durante al menos cuatro décadas. Sin embargo, a medida que los avances se aceleran, sus efectos cuantitativos y cualitativos aún no se han estimado y comprendido con precisión. Las proyecciones sobre las implicaciones cualitativas y cuantitativas en el mundo del trabajo varían ampliamente (Acemoglu et al, 2014; Corrado & Hulten, 2010; Frey & Osborne, 2013). Del mismo modo, los esfuerzos para dar forma a las implicaciones para los modelos de negocio y la competencia o las estructuras de mercado (Brynjolfsson & Syverson, 2017) siguen siendo muy recientes (IEL et al, 2018; Porter & Heppelmann, 2014, 2015; Oks, Fritzsche & Lehmann, 2016; CEPAL, 2018a, 2018b).

Sin embargo, existe un consenso de que las soluciones digitales no surgen espontáneamente, sino que se construyen a través de largos y persistentes procesos interactivos entre ciencia, tecnología, empresas y políticas públicas (OECD, 2017; UNIDO, 2019). El propio concepto de “Industria 4.0”, propuesto en Alemania en 2011, es ejemplo de un proceso construido como parte de una estrategia-país, definida e implementada a partir de la asociación entre el sector público, asociaciones empresariales, institutos de investigación y organizaciones laborales (VDMA, 2015).

1.2 · TECNOLOGÍAS DIGITALES EN EMPRESAS INDUSTRIALES

En un sentido amplio, la digitalización empresarial se refiere a la adopción de soluciones digitales que cambian la forma en que (i) las empresas producen y comercializan sus productos, (ii)

¹ Esta sección utiliza largamente el material producido por los autores en trabajos similares, especialmente el texto inédito “I-2030. Digitalização na indústria brasileira: um estudo comparado entre empresas da Mobilização Empresarial pela Inovação e seus pares”, una encomienda de la CNI, Confederação Nacional da Indústria.

cómo se organizan los procesos de producción y la mano de obra y (iii) cómo se estructuran las relaciones con proveedores, clientes y otros agentes. La digitalización abarca un grupo variado de soluciones, aplicadas a diferentes funciones organizativas de las empresas -desarrollo de productos, producción, relación con proveedores y clientes, etc-.

La etapa más avanzada, reflejada en el concepto de industria 4.0, describe una digitalización que implica la integración y control de la producción por sensores y equipos conectados entre sí en redes digitales y la fusión del mundo real con el virtual, a través de los llamados sistemas ciberfísicos apoyados por el uso de inteligencia artificial. Si se utilizan eficazmente, las tecnologías relacionadas con la industria 4.0 pueden afectar procesos, productos y servicios, condiciones de trabajo, configuración de las cadenas de valor, modelos de negocio e, incluso, los factores clave del éxito competitivo y la configuración de las estructuras del mercado. Por lo tanto el uso efectivo de tecnologías digitales avanzadas trae como resultado, modelos de negocio marcados por la integración, interconexión e inteligencia. Esto aumenta potencialmente la competitividad y la posición de mercado de las empresas industriales.

La referencia “industria 4.0” debe ser considerada para el análisis de procesos de digitalización. Sin embargo, deben considerarse cuatro aspectos clave que reflejan gran variedad de soluciones.

- 1) Las tecnologías digitales han estado disponibles durante mucho tiempo. Por lo tanto, coexisten tecnologías de diferentes generaciones que cumplen las mismas funciones, pero con diferente costo, capacidad y rendimiento.
- 2) Las tecnologías digitales se utilizan en ubicaciones específicas de una empresa y se asocian con diferentes funciones empresariales, como el soporte de diseño de productos, la gestión de la producción o las relaciones con proveedores o clientes.
- 3) Algunas tecnologías son de uso genérico (como los sensores); sin embargo, otras son de aplicación restringida, como los robots de pintura.
- 4) Además de la inclinación inherente de sectores a la digitalización (por ejemplo, las soluciones digitales para la relación con clientes, es diferente entre un ensamblador de televisores y una empresa minera), las empresas pueden tener otros inductores para la digitalización: el tamaño; el nivel de sofisticación y renta de su demanda; la estructura de los costes directos e indirectos bajo los cuales opera la empresa; la relación coste total de inversión/costo de inversión en tecnologías digitales; el grado capacidad productiva e innovación de la empresa y/o la actitud de los tomadores de decisión revelada por la estrategia empresarial.

La variedad de presiones competitivas, en contextos marcados por la heterogeneidad y diversidad estructural, trae como resultado gran cantidad de soluciones digitales posibles para las empresas. La diversidad está relacionada con la coexistencia de muchas actividades económicas en la matriz industrial del país. La heterogeneidad se refiere a la coexistencia, en esta estructura productiva, de muchos niveles de capacidades y competencias. Aunque la diversidad es una característica común de todas las formaciones industriales en el mundo, la heterogeneidad es generalmente una característica distintiva de los países en desarrollo y, en particular, de Argentina y Brasil.

Al mismo tiempo, el uso de tecnologías digitales implica: (i) una dimensión extensiva, vinculada a la amplitud del uso de soluciones digitales en la empresa (por ejemplo, ¿un ERP (Enterprise resource planning) se utiliza en cuántas áreas de la empresa?); (ii) una dimensión intensiva, vinculada a la cantidad de soluciones digitales que se utilizan en una tarea, función o área de la empresa (¿se utiliza un ERP en todo el departamento de personal o sólo en algunas tareas de este departamento?); (iii) una dimensión de integración y conectividad (¿cuánto y qué tan rápido se comunica ERP con otras soluciones?); y (iv) una dimensión de inteligencia (¿cuánto es capaz el ERP de discernir y actuar sobre determinadas situaciones?). Como estas dimensiones

se refuerzan mutua y acumulativamente con el tiempo, el posicionamiento y la preparación de una empresa frente a las tecnologías, adquiere en su posicionamiento competitivo, un carácter estratégico.

Esta breve reseña da cuenta del complejo proceso de digitalización en empresas industriales. Existen varios enfoques posibles²: (i) centrar la atención en tecnologías específicas; (ii) destacar los requisitos en términos de habilidades requeridas para la digitalización; (iii) identificar acciones y estrategias de las empresas en relación con el proceso de digitalización, incluidas las actitudes, los esfuerzos y los resultados; (iv) dar atención sólo a las tecnologías más avanzadas que sirven como referencia de comparación de distancia.

Aunque la toma de decisiones de las empresas para adoptar tecnologías digitales es compleja, el proceso tiende a ser modulado por una perspectiva de resolución de problemas. Es decir, las empresas se involucran (o no) en la adopción de soluciones si esperan efectivamente resolver desafíos que antes parecían insuperables. Suponiendo que estén algo familiarizadas con las tecnologías digitales, una decisión de inversión debe tener en cuenta el objetivo, los problemas de la función empresarial (relación con proveedores, gestión de la producción, etc) y elaborar una solución digital eficaz para resolverlos. Las inversiones en soluciones digitales deben considerar la disponibilidad de recursos, y las capacidades y habilidades existentes y emergentes, incluyendo la probabilidad de que las tecnologías digitales exijan la recalificación de habilidades y la reestructuración organizacional.

La digitalización de las empresas debe concebirse como un proceso evolutivo e intensivo en el aprendizaje específico en relación al contexto que se presenta. En otras palabras, por más que las especificaciones sean genéricas, las soluciones son específicas para los procesos administrativos, de fabricación e ingeniería, cadenas de valor y mercados. En general, los problemas son inmediatos y algunas respuestas digitales son alcanzables a corto plazo. Pero el proceso de digitalización, una vez abierto, es de largo plazo con beneficios acumulados en el tiempo. Esto requiere procesos de aprendizaje experimentales y acumulativos. En este sentido, su éxito depende de inversiones explícitas en aprendizaje y formación, en función de la disponibilidad y de los requisitos de capacidades y habilidades requeridos. La digitalización es un proceso de cambio constante, donde una empresa persigue objetivos en constante movimiento.

1.3 · GENERACIONES DIGITALES EN FUNCIONES EMPRESARIALES: UNA PROPUESTA PARA CAPTAR EL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN DE EMPRESAS DE FORMA DINÁMICA

La propuesta para investigar el proceso de adopción de soluciones digitales, aquí perseguida, apunta a diferenciarse y complementar otras formas de abordaje. 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.

² CNI (2016); Coutinho y Ferraz (1991); VDMA (2015); PwC (2016); McKinsey (2014); KPMG (2016); JMAC (2016); Svobodova (2011); Maryland (2014); Jain, Adil y Ananthakumar (2014).

Tomando como referencia soluciones más avanzadas, cuatro generaciones de tecnologías digitales de uso potencial se vincularon a funciones empresariales: relación con proveedores, gestión de producción y relación con el cliente (**Cuadro 1**).

Cuadro 1
Generaciones de soluciones digitales para tres funciones empresariales

GENERACIÓN	RELACIÓN CON LOS PROVEEDORES	GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	RELACIÓN CON EL CLIENTE
G1	Transmisión manual de pedidos: uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares	Automatización sencilla con máquinas no desconectadas, por ejemplo, máquinas CNC	Ejecución manual de contactos y registros: uso de teléfono o correo electrónico
G2	Transmisión de pedidos por medios electrónicos: uso de IEDI (Intercambio Electrónico de Datos) y similares	Proceso parcial o totalmente automatizado utilizando PLC (Controlador Programable Lógico), Robots y similares	Soporte de ventas con bases de datos de clientes; uso de sistemas de tipo CRM (Customer Relationship Management)
G3	Soporte informatizado de procesos de compra, inventarios y pagos: uso de portales de compras y relaciones, catálogos electrónicos	Sistemas integrados de ejecución de procesos, control de producción en un medio totalmente electrónico	Integración de canales web; soporte para la fuerza de ventas con dispositivos móviles; uso de redes sociales; CRM multicanal integrado
G4	Monitoreo en tiempo real de pedidos y logística de proveedores; uso de los servicios web	Comunicación M2M (Máquina-Máquina): gestión dinámica del sistema de producción en tiempo real con la posibilidad de intercambiar información entre máquinas, y entre máquinas y componentes	Seguimiento y gestión de clientes; uso de sensores para recopilar datos de productos/servicios; productos/servicios conectados a Internet; análisis y prestación de servicios con soporte de inteligencia artificial y uso de análisis de big data

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el **Cuadro 1**, la evolución entre generaciones no es un proceso lineal. Las tecnologías incluidas en las generaciones G1 y G2 están disponibles ya que existen sistemas de programación de control numérico desde, por lo menos, finales de la década del '50. Las tecnologías de la generación 3, existen hace tiempo y las tecnologías G4 son más recientes.

En la primera generación (G1), soluciones digitales relativamente maduras se utilizan para fines específicos. Estar en la generación G1 representa un estado de digitalización puntual, donde las empresas utilizan tecnologías digitales para tareas específicas y localizadas. La relación con proveedores y clientes, por ejemplo, se realiza a través de transmisiones manuales o telefónicas.

En la segunda generación (G2), las soluciones de tecnologías digitales se utilizan para hacer la producción más ágil y flexible. En la generación G2 hay integración entre funciones empresariales como CAD-CAM, pero sin abarcar todo el ámbito de una función. Al adoptar estas generaciones de tecnología, naturalmente se espera incrementos en la eficiencia de las empresas y la calidad de sus productos y procesos.

En términos de cambio organizacional y de inversiones, por la baja intensidad asociada a estas generaciones, la transición de G1 a G2 no requiere grandes esfuerzos. El desarrollo y los cambios asociados en la transición de G1 a G2 son relativamente incrementales.

En la tercera generación (G3), las soluciones están más integradas e interconectadas en el control de funciones empresariales. En la generación G3, todas las funciones empresariales están integradas digitalmente. Por ejemplo, bajo sistemas 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, se minimizan los tiempos muertos y pérdidas de procesos a causa de fallas de información. El grado de compromiso con proveedores y clientes es alto, y la empresa puede activar o responder demandas casi en tiempo real. La transición de G2 a G3, requiere esfuerzos significativos: las empresas deben realizar las inversiones necesarias 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. 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. Esto permite el control, monitoreo y análisis de datos, transferidos automáticamente entre el mundo físico (máquinas) y el ciber (software), con el apoyo de inteligencia artificial. Si se implementa de manera efectiva e integral; la mejor representación del G4, es equivalente a una empresa que tiene un gemelo digital: la gestión de procesos y el desarrollo de productos se basan en el modelado virtual; los big data y la inteligencia artificial se utilizan plenamente -incluso en relaciones externas y prevención de procesos básicos-, y la optimización en la toma de decisiones puede, de hecho, ser delegada al sistema cibernético.

Pasar de G3 a G4, requiere cambios sustanciales, ya que el 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 se introducen gradualmente, pero el resultado final es un modelo de negocio integrado, interconectado e inteligente, que difiere considerablemente del adoptado por una empresa G3 completa.

La especificación de soluciones digitales para diferentes funciones permite la consideración y aprehensión de los propios avances tecnológicos, sin perder la referencia del proceso de cambio. En el presente enfoque, la forma en que se han propuesto las cuestiones no “congelan” el progreso en tecnologías específicas, especialmente cuando se trata de la percepción del futuro de las empresas. Por ejemplo, en G4, la solución digital en los procesos productivos es apoyada en la comunicación máquina-máquina, en tiempo real. Por supuesto, la comunicación máquina-máquina en 2020 será llevada a cabo en 2030 por diferentes tecnologías. Sin embargo, permanece la adopción de soluciones que posibilitan este tipo de comunicación. En síntesis: esta forma de enfoque permite que las empresas más avanzadas indiquen si están hoy en la frontera de las soluciones digitales y si permanecerán en el futuro, teniendo en cuenta que estas fronteras - en términos de las tecnologías específicas en uso- serán diferentes en ambos periodos.

Estas evaluaciones se ven influenciadas por el grado de conocimiento de los representantes de las empresas sobre el proceso de adopción de soluciones digitales. Para ubicarlos en contexto, la encuesta solicitó que tuviesen una unidad productiva (o económica) de referencia y que fuera la más avanzada -ya fuese multiplanta o multiproducto-. El presupuesto de la encuesta es que los informantes están relativamente bien informados sobre el proceso de digitalización de su empresa. Como este proceso es muy dinámico, se les solicitó que proyecten su percepción en relación al uso de soluciones digitales en el futuro próximo (5 -10 años).

Para entender mejor la intención de las empresas de evolucionar a la etapa proyectada, debe ser evaluada la naturaleza de sus esfuerzos actuales (si los hay) para alcanzar el nivel proyectado. En este sentido, se les preguntó en base a cuatro niveles de preparación: (i) ninguna acción, (ii) estudios trabajos preliminares en curso, (iii) planificación en curso o en formalización, y (iv) planes formalizados y ya en ejecución.

Por lo tanto, se solicitó a las empresas identificar qué tipo de medidas llevan a cabo para alcanzar el nivel de digitalización proyectado. Los saltos cualitativos sólo pueden lograrse mediante esfuerzos explícitos que impliquen planificación empresarial e inversiones en términos de infraestructura física, conocimientos y habilidades. Este enfoque revela la generación actual y esperada del uso de la tecnología digital de las empresas – una señal preliminar de desarrollo y progreso –, y además verifica el nivel actual de preparación a futuro. Al mismo tiempo, la evaluación de esfuerzos refleja, en cierta medida, la relevancia estratégica que las empresas atribuyen a las decisiones de digitalización.

Naturalmente, la posición de la empresa en el presente y principalmente su perspectiva a futuro demanda un nivel de abstracción (la mejor suposición basada en lo mejor de su conocimiento). En varias cuestiones se permitió que indicaran un tipo de respuesta (no sé, neutro) en donde señalaran que, efectivamente, no disponían de elementos para explicitar una posición. Esto significa, por lo tanto, que aún no tenían información y/o conocimiento suficiente para indicar una determinada dirección o implicación del uso de tecnologías digitales. Resultados de esta naturaleza tienen importancia analítica y política tanto para acciones privadas como públicas, a la luz del proceso de transformación en curso, no solo entre (posiblemente) sus pares como en el ambiente competitivo internacional.





2/

Digitalización en empresas argentinas y brasileñas: Un análisis comparativo descriptivo

2.1 · CARACTERÍSTICAS DE LAS ENCUESTAS DE CAMPO DE ARGENTINA Y BRASIL

El análisis abarca tres líneas de digitalización: (i) la adopción actual de las tecnologías digitales; (ii) la esperada adopción de tecnologías digitales en una referencia futura; y (iii) la etapa de ejecución de planes y acciones para lograr la generación de tecnologías digitales a futuro, para cada una de las tres funciones organizativas consideradas (relaciones con proveedores, gestión de la producción y relaciones con clientes).

La encuesta de campo brasileña (proyecto I-2030, que da continuidad al proyecto I-2027) se realizó entre el 9 de octubre del 2019 y el de mayo de 2020, con 1.341 empresas contactadas. De estas, 1.003 respondieron por teléfono al cuestionario I-2030. Tras un análisis crítico de la base de datos para identificar incongruencias en las respuestas y ausencias de información, la base original de 1.003 empresas se redujo a 982. Este conjunto de empresas se sometió a una nueva selección para converger con la muestra de investigación de campo de Argentina.

La investigación de campo en Argentina se llevó a cabo en 2018 y continuó en la dirección propuesta por el proyecto brasileño I-2027 (Albrieu et al, 2019a). El cuestionario utilizado fue similar, 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. Estas preguntas se introdujeron en el Proyecto I-2030, de modo que fue posible ampliar la comparación de los procesos de digitalización de ambos países ya realizados en publicaciones anteriores en el marco del Industry Development Report 2020 de la UNIDO (Kupfer, Ferraz y Torracca, 2019; Albrieu et al, 2019b; UNIDO, 2019).

La convergencia entre las dos bases de datos fue construida a partir de la especificación del nivel de la actividad principal de las empresas entrevistadas. Para lograr una base de comparación adecuada, se seleccionó un panel para los dos países, constituido por empresas de los mismos sectores (3 dígitos de la clasificación internacional ISIC).

La base de datos original argentina tenía 307 empresas, distribuidas en diferentes sectores. De estas empresas, se extrajeron 51 que no respondieron a las principales preguntas de la investigación o que no tenían suficiente información. Esto se debe a que, teniendo en cuenta las tres funciones de las empresas, algunas no respondieron o no sabían cómo responder a qué generación digital estaban en el presente y/o futuro para al menos una de las funciones. En la búsqueda de mayor consistencia del análisis, se decidió extraer de la base de datos sólo aquellas que no podían responder a todas las funciones al mismo tiempo. Cuando una empresa tenía respuestas para, por lo menos, dos funciones, se utilizó la función de valor más alto para la tercera función.

El mismo criterio se utilizó en la base de datos brasileña, con la diferencia de que en el caso del Brasil las “no respuestas” sólo se registraron para la cuestión que identifica el tipo de preparación actual para lograr la generación proyectada para el futuro.

Como la encuesta brasileña tenía una cobertura sectorial más amplia, la referencia fue los sectores de actividades indicados por la investigación argentina. Al final, el panel construido para comparación contiene 256 empresas argentinas y 474 empresas brasileñas.

El **Cuadro 2** que figura a continuación, revela la distribución de empresas argentinas y brasileñas por tamaño, sistema productivo³ y capacitación laboral. Estas variables estructurales servirán como caracterizadores de las empresas e integrarán el análisis comparativo.

En cuanto a la variable de tamaño, las empresas fueron clasificadas entre aquellas con menos y más de 100 empleados. Como la investigación en Argentina consideraba a las empresas con menos de 50 empleados y Brasil no lo hizo, se consideró oportuno adoptar esta tipología para asegurar un mejor equilibrio entre ambos paneles. La clasificación por sistema productivo siguió a la propuesta previamente consolidada en la investigación brasileña I-2027. Por otro lado, la capacitación de la fuerza de trabajo se midió en función de la proporción de trabajadores de alto nivel⁴ (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, elegimos clasificar los resultados para cada sistema productivo en cuatro rangos (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) después de la distribución por cuartiles.

El perfil de ambos países con respecto al tamaño de las empresas es, de hecho, dispar debido a las diferencias de constitución de las dos encuestas. Con el recorte utilizado, el 66,5% de las empresas brasileñas tiene más de 100 empleados, mientras que en el caso de Argentina esta proporción cae a menos del 24%. 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 último, en relación a la capacitación de la fuerza de trabajo de acuerdo con los cuatro rangos, tampoco existe una distinción relevante. Como la distribución por cuartiles se utilizaba dentro de cada sistema de producción para cada país, la tendencia es que, de acuerdo con los niveles de capacitación entre ellos, no existe tanta diferencia en la participación.

Cuadro 2
Caracterización del panel de empresas argentinas y brasileñas

TAMAÑO ⁽¹⁾	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%

³ La clasificación por sistema de producción sigue la misma que la utilizada en I-2027. La diferencia en I-2030 es que las empresas localizadas en el sector "Otros" en el trabajo anterior fueron distribuidas en los demás sectores productivos.

⁴ 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).

SISTEMA DE PRODUCCIÓN ⁽²⁾	BRASIL		ARGENTINA	
Complejo automotriz	59	12,4%	38	14,9%
Insumos básicos	30	6,3%	12	4,7%
Química	94	19,8%	34	13,3%
Tecnologías de la 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⁽⁴⁾	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. (4) 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.

2.2 · DIGITALIZACIÓN EN EMPRESAS ARGENTINAS Y BRASILEÑAS

A lo largo de esta sección del informe, se pretende contemplar los siguientes objetivos:

- Comparar la adopción de soluciones digitales en tres funciones empresariales: relaciones con proveedores, gestión de la producción y relaciones con los clientes.
- Analizar el posicionamiento de las empresas argentinas y brasileñas según su perspectiva de adopción de soluciones digitales en el futuro y el esfuerzo actual de preparación para este futuro.

Las cuestiones orientadoras en esta sección fueron dos: ¿Cuál es la diferencia en la percepción de los industriales argentinos y brasileños en relación con la generación actual y futura con respecto a la digitalización? ¿Cuáles son las características estructurales (tamaño, sistema de producción y capacitación) que diferencian a las empresas argentinas y brasileñas en términos de esfuerzos por modernizarse?

La **Figura 1** revela el uso de tecnologías digitales tanto en la perspectiva presente como futura, de acuerdo a las tres funciones organizacionales: relación con los proveedores, relación con el cliente y gestión de la producción.

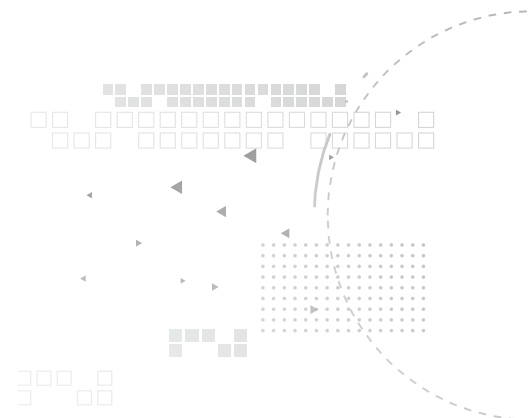
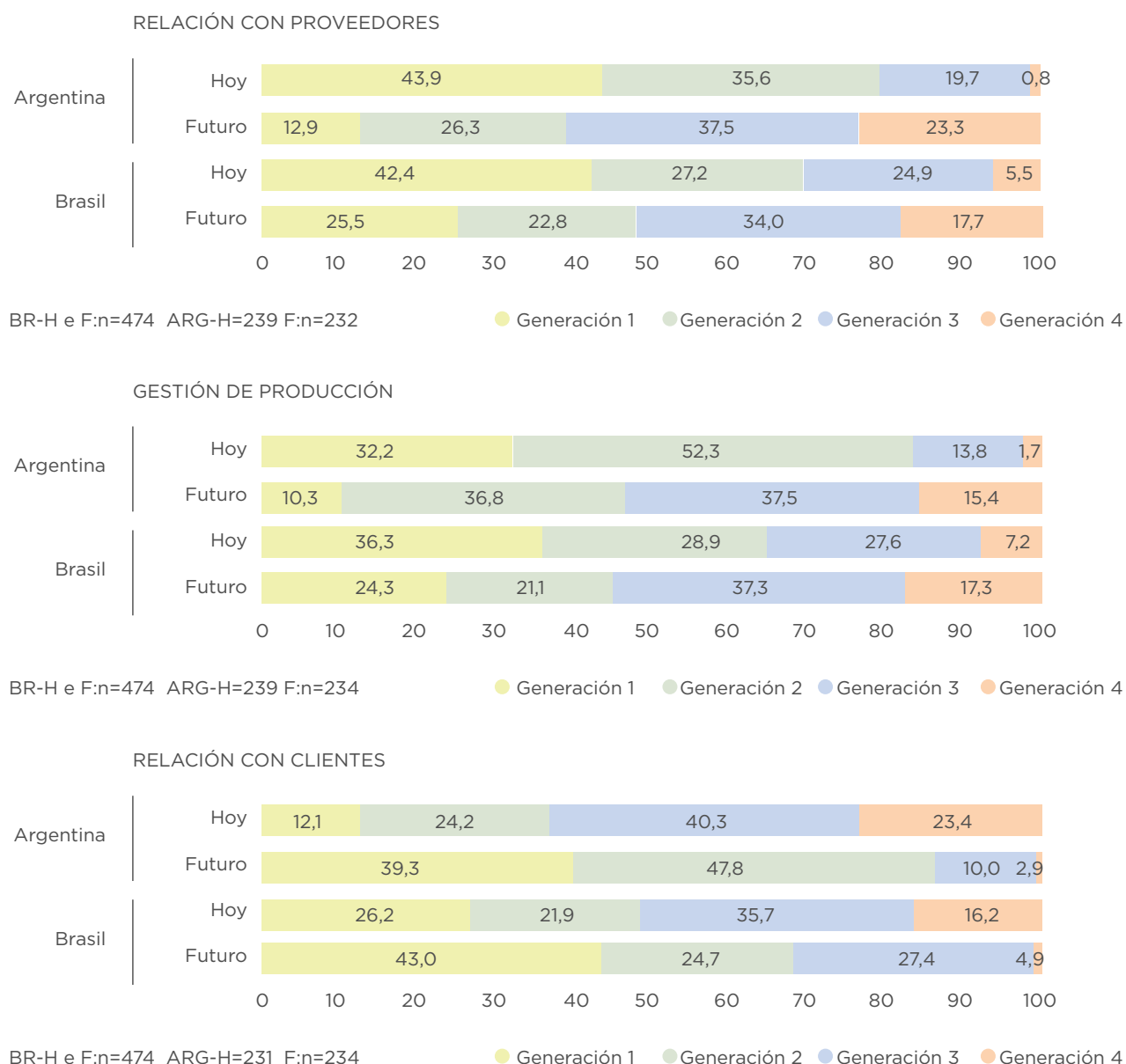


Figura 1
Uso actual y futuro de soluciones digitales por función empresarial en Argentina y Brasil (en % de los encuestados)



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

La proporción de empresas situadas en la 4a generación, en la actualidad, es muy baja para ambos países, tanto para la relación con proveedores como en la gestión de la producción. En estas dos funciones por lo menos dos tercios de las empresas de los dos países indican estar en G1 y/o G2. Relativamente, una mayor proporción de empresas argentinas está en esta situación (79,5% y 84,5%, respectivamente) mientras que el porcentaje para las empresas brasileñas se ubica entre 70 y 65%.

Muy distinta es la digitalización en la relación con clientes, lo que revela un interés especial de las empresas en mantenerse contactadas con su base de mercado. En esta función la mayor parte de las empresas de los dos países indica estar en G3 o G4, pero con algunas diferencias: las empresas

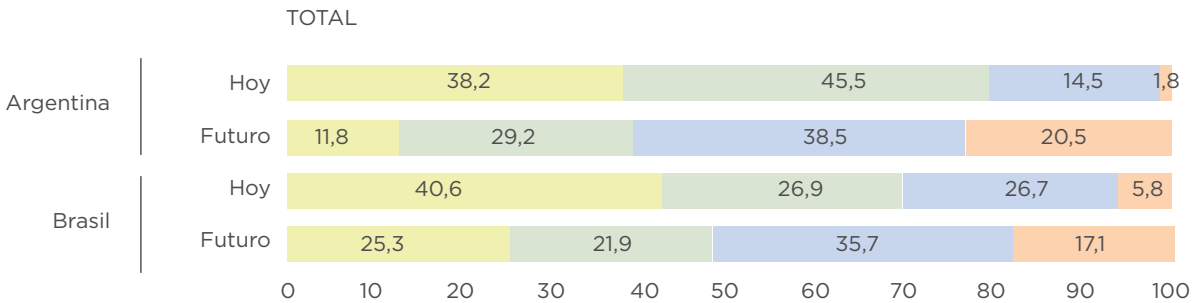
argentinas están más avanzadas (el 63,7% del panel en G3 o G4) que las empresas brasileñas (el 51,9% en estas generaciones).

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, las empresas brasileñas informan una intención de transición hacia la tercera y cuarta generación: más de la mitad esperan alcanzarlas en el futuro. 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.

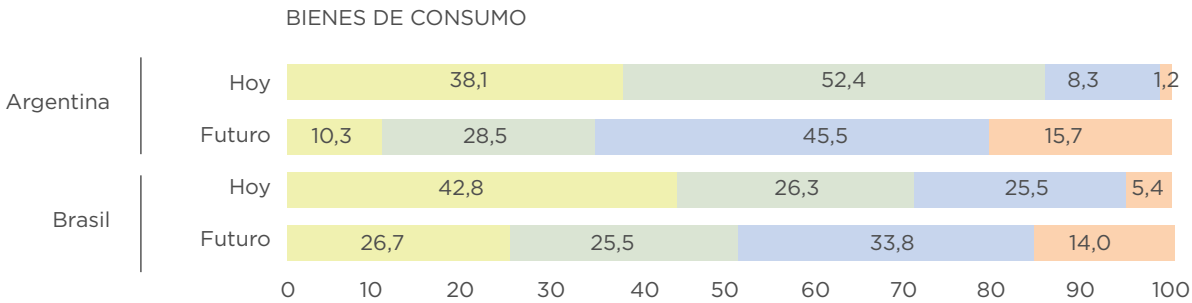
Las empresas argentinas parecen creer más en este avance, ya que, en comparación con Brasil, tienen una mayor participación de las empresas en G4, en el futuro. En el caso de la Argentina, la función de gestión de la producción es la que menos acompaña este movimiento. Entre los tres, presentó una mayor proporción de G2 en el futuro (36,8% contra 26,3% en la relación con proveedores y 24,2% en la relación con los clientes) y una menor proporción en G4 (15,4% frente al 23,3% en la relación con proveedores y 23,4% en la relación con los clientes).

El uso de soluciones digitales hoy y en el futuro también puede variar en función del sistema productivo en cuestión (véase la **Figura 2**). En este caso, se consideró la distribución relativa a la suma de observaciones en las tres funciones organizacionales. Para Brasil, las empresas que integran los sectores de Insumos Básicos y Complejo Automotriz son las que indican más avances en el uso de soluciones digitales en la actualidad, con una proporción más elevada incluso a la registrada para el total. El 5.8% de las empresas brasileñas asegura estar en G4 hoy en día, mientras que, para el sector de insumos básicos, este valor se eleva a 12.2% y para el Complejo Automotriz es equivalente al 10.2%. Estos sectores registran la mayor proporción de empresas que pretenden abandonar generaciones rezagadas y pasar en el futuro a la cuarta generación.

Figura 2
Uso actual y esperado de soluciones digitales por sistema productivo: Argentina y Brasil (en % de los encuestados)

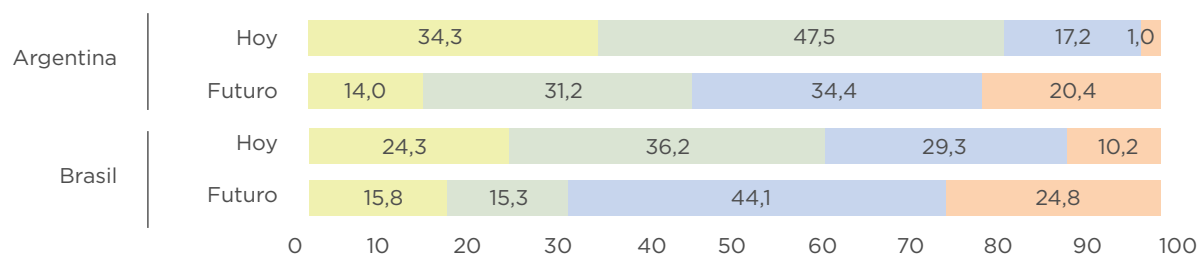


BR-H e F:n=474 ARG-H=236 e F:n=228



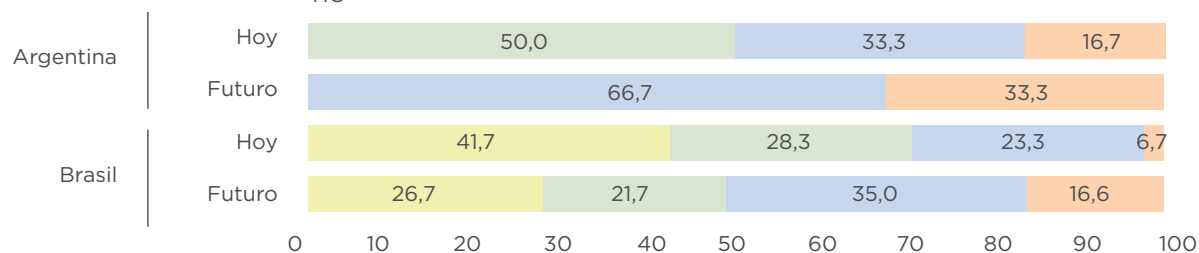
BR-H e F:n=81 ARG-H:n=56 e F:n=55

COMPLEJO AUTOMOTRIZ



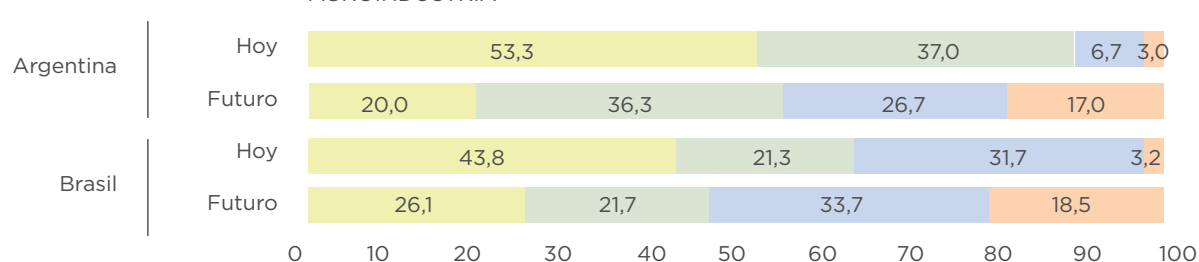
BR-H e F:n=59 ARG-H:n=33 e F:n=31

TIC



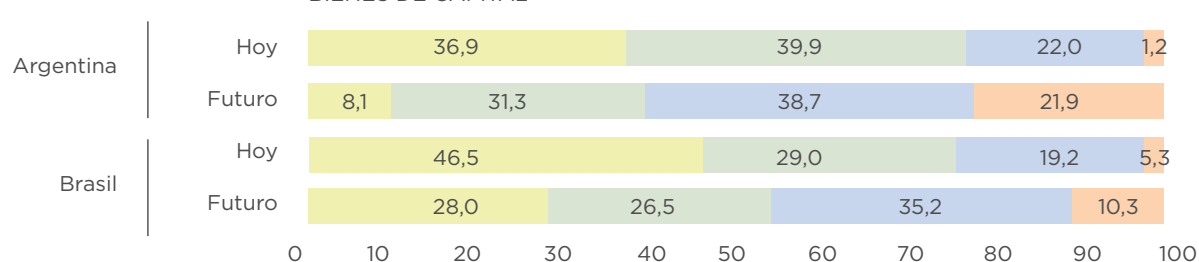
BR-H e F:n=20 ARG-H:n=3 e F:n=2

AGROINDUSTRIA



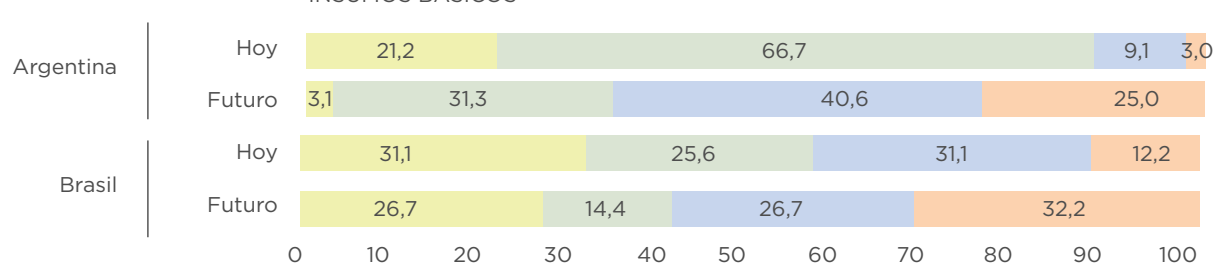
BR-H e F:n=83 ARG-H e F:n=45

BIENES DE CAPITAL

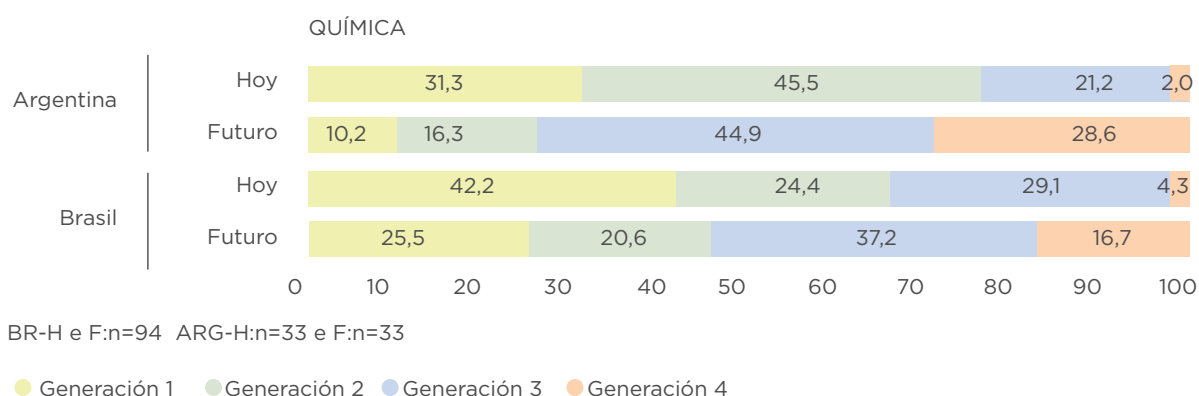


BR-H e F:n=107 ARG-H:n=56 e F:n=53

INSUMOS BÁSICOS



BR-H e F:n=20 ARG-H:n=3 e F:n=2



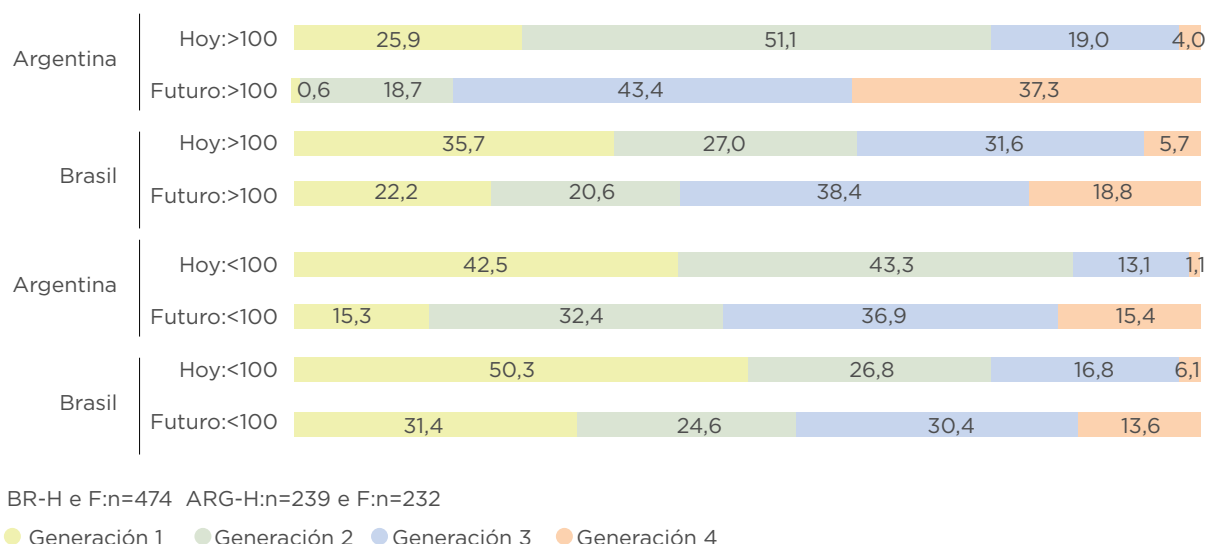
Nota: suma de observaciones en las tres funciones empresariales.

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

En el caso argentino, como ya se ha visto, pocas empresas están en la última generación digital (1,8%) en la actualidad. Teniendo en cuenta la información por sistema productivo, las empresas agroindustriales están proporcionalmente más concentradas en G1 – 53,3% del sector está en primera generación, mientras que para el total este indicador es de alrededor del 38%. La distinción de los que están más en el G4, hoy en día, no es tan pronunciada entre los diferentes sectores. Todos gravitan en torno al promedio, a excepción del sector de las TIC⁵. La perspectiva a futuro es que la mayoría de las empresas argentinas migran principalmente al G2 y G3 (aproximadamente el 70%). Pocas de ellas aspiran a permanecer en G1 como las empresas de Brasil.

Al considerarse las características estructurales de las empresas, el tamaño podría ser un elemento importante en la diferenciación entre empresas, en función de distintas capacidades económicas y financieras, en un contexto de necesidad de inversión tecnológica. También en el caso del análisis de tamaño, se consideró la distribución relativa a la suma de observaciones en las tres funciones organizacionales (**Figura 3**).

Figura 3
Uso actual y esperado de soluciones digitales por tamaño: Argentina y Brasil (en % de los encuestados)



Nota: Suma de observaciones en las tres funciones empresariales.

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

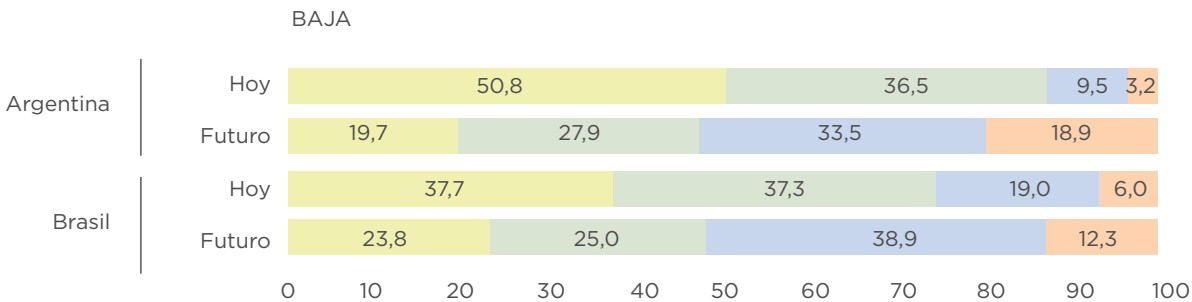
⁵ Sin embargo, debe considerarse que en panel argentino sólo 3 empresas pertenecen a este sistema productivo. Por lo tanto, esta evaluación carece de un mayor número de observaciones para tenerse un resultado más robusto.

Aparentemente el hecho de que la empresa tenga más de 100 empleados no resulta en un aumento importante de empresas en generaciones más avanzadas, como G4, relativamente a las empresas de menor porte. La mayor diferencia para ambos países es que las empresas más grandes son más propensas a estar menos en G1, en la actualidad. En el caso de Brasil, el 50,3% de las empresas más pequeñas se encuentra en G1 en la actualidad, mientras que para las empresas más grandes este porcentaje se reduce al 35,7%. Para Argentina, la misma proporción es del 42,5% y del 25,9%, respectivamente. Es decir, teniendo en cuenta las empresas analizadas, el tamaño asegura una posición menos retrasada en términos digitales, pero no representa una condición que garantice etapas más avanzadas de digitalización.

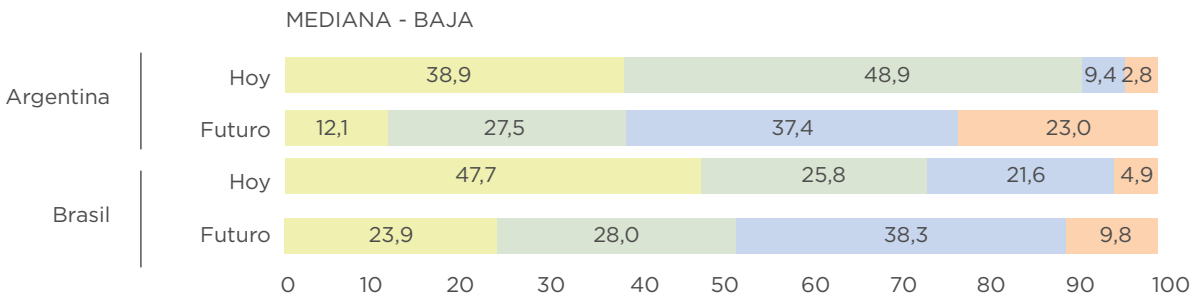
Entre las empresas más grandes, en la actualidad Brasil está más concentrado en la tercera generación (31,6%), mientras que en Argentina las empresas se concentran más en la segunda generación (51,1%). Las perspectivas más optimistas de las empresas argentinas, sobre el futuro, se refuerzan en el caso de las empresas más grandes: más del 80% de ellas esperan estar en G3 o G4 en los próximos años. Este porcentaje es considerablemente menor para las empresas brasileñas del mismo tamaño (57,2%). Las empresas más pequeñas, a su vez, tienden a ser más lentas sobre el futuro, ya sea para Argentina o Brasil. La mayor distinción se da en la proporción de empresas que indican permanecer en G1 -para Brasil, 31,4% será en la primera generación, con la proyección de salto más para G3. En Argentina, el 15,3% espera estar en G1 y la perspectiva de avance es también más para G3 que para G4.

A continuación, la **Figura 4** presenta el uso de soluciones digitales para hoy y el futuro, desde el punto de vista de capacitación, entendido como la proporción de trabajadores capacitados en las áreas de ingeniería, tecnología y matemáticas en relación al total de empleados.

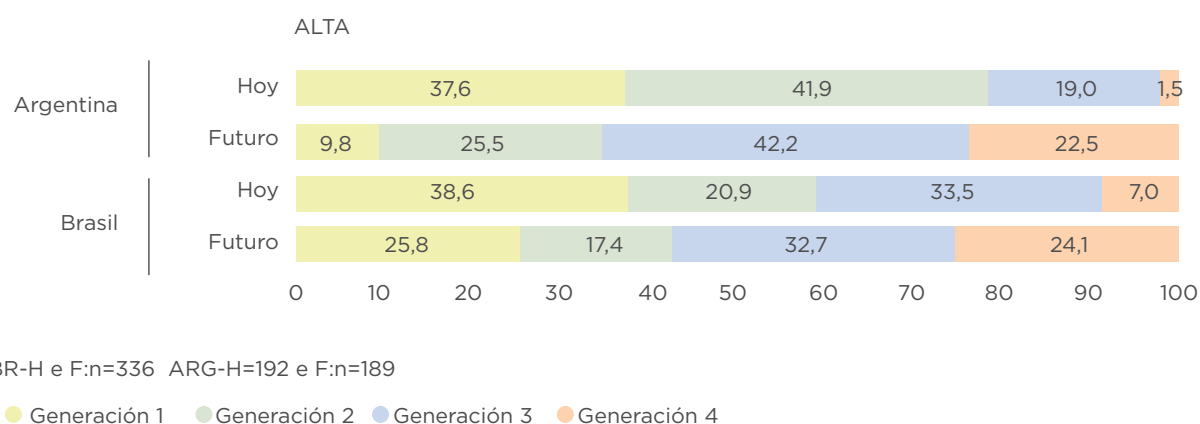
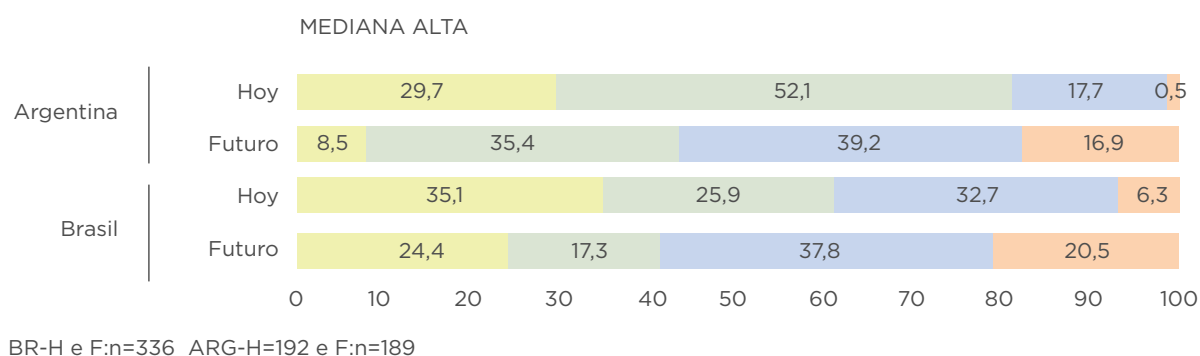
Figura 4
Uso actual y esperado de soluciones digitales por capacitación de la fuerza de trabajo: Argentina y Brasil (en % de los encuestados)



BR-H e F:n=252 ARG-H=126 e F:n=122



BR-H e F:n=264 ARG-H:n=1810 e F:n=174

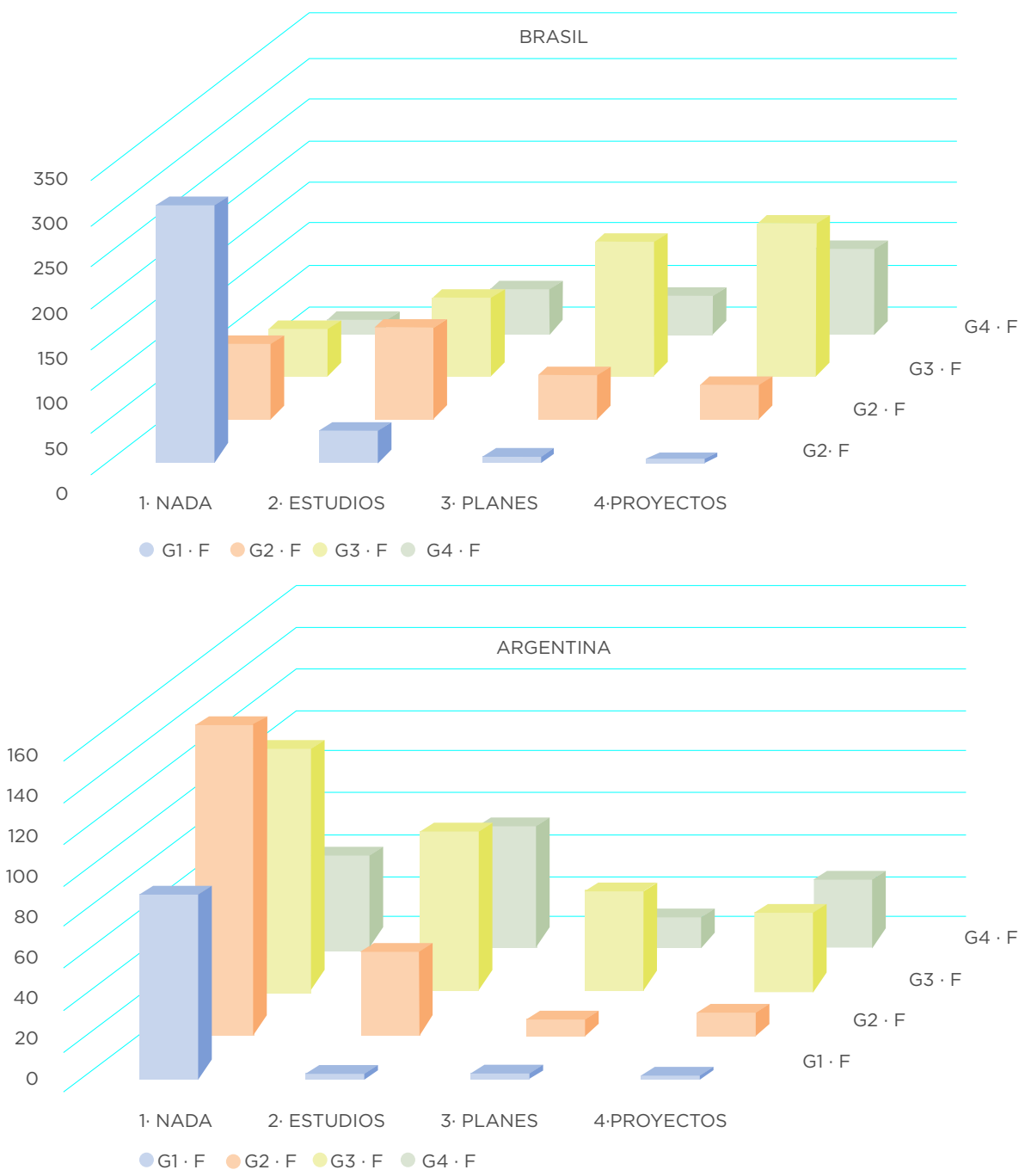


Fuente: Elaboración propia basada en datos de la investigación I-2030 y Encuesta INTAL-BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Teniendo en cuenta el uso en la actualidad de las tecnologías digitales, los resultados en ambos países indican que empresas con mayor nivel de formación (alta o media-alta) están en un nivel de digitalización más avanzado (G3 o G4), relativamente a sus pares con un nivel de capacitación baja o media-baja. En cuanto a la perspectiva para el futuro, se pueden extraer dos conclusiones generales: (i) para Brasil, las empresas de alta y mediana capacitación tienden a percibirse más en G4 en el futuro que las que tienen un nivel de capacitación más bajo y, (ii) para la Argentina, las empresas de capacitación alta y media-alta proyectan estar menos en el G1 y más en el G3.

Por último, es necesario evaluar cómo las empresas argentinas y brasileñas se preparan para la generación digital que proyectan a futuro. Interesa aquí asociar la percepción sobre la generación digital futura (una proyección) por el estado de preparación en el presente para este futuro, lo que puede indicar un mínimo de condiciones para el avance planeado. De esta forma, es posible verificar el grado de coherencia entre la magnitud de la evolución esperada y el esfuerzo en curso para permitir esta evolución. La **Figura 5** 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 ambos países.

Figura 5
Generación digital en el futuro frente al estado de preparación actual para lograrlo en empresas argentinas y brasileñas (en número de empresas)



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

En el caso del Brasil, el 43,9% de las empresas tiene planes en curso o proyectos en marcha para el uso de soluciones digitales. Más importante, los resultados indican que cuanto mayor sea la expectativa de utilizar soluciones digitales más avanzadas en el futuro, mayor es el grado de preparación actual de las empresas para lograr este futuro deseado. Por el contrario, para aquellas empresas que no ven un avance significativo en la digitalización en el futuro, el nivel actual de preparación es menor.

En la Argentina no se observa esta relación directa con tanta claridad. En primer lugar, sólo el 11,3% de las empresas argentinas tiene mayores niveles de preparación. En segundo lugar, el 68,4% de las empresas argentinas que espera estar en G3 o G4, en la actualidad no está haciendo nada o solamente permanece en fase de estudios para prepararse para el futuro. Las empresas que se encuentran en esta condición son en su gran mayoría (73,5%) de menor tamaño y se ubican más en el segmento de Bienes de Capital y Bienes de Consumo.

La siguiente sección compara las empresas argentinas y brasileñas a través de un índice sintético que reúne la posición actual de las empresas (generación digital inicial), su perspectiva de futuro (generación digital futura) y su nivel de preparación para alcanzar la generación digital deseada. Desde un punto de vista analítico, la combinación de estas tres dimensiones en un único indicador permitirá dos importantes evaluaciones: (i) la comparación más precisa de las empresas brasileñas y argentinas en términos de su ritmo de adopción y (ii) clasificar a las empresas de ambos países según etapas de adopción, teniendo en cuenta los esfuerzos que realmente se realizan.





3/

Análisis comparativo de la adopción de tecnologías digitales en Brasil y Argentina

3.1 · UN INDICADOR SINTÉTICO: EL ÍNDICE DE DIGITALIZACIÓN CONDICIONADO

El índice de digitalización condicionado (IDC) es un indicador que proyecta el nivel de adopción en tecnologías digitales en el que se encontrarán las empresas en los próximos cinco a diez años. El IDC está condicionado a tres factores: la generación digital actualmente adoptada; la generación que espera a futuro; y el nivel de preparación para alcanzar sus objetivos (véase en el Apéndice la especificación detallada del indicador). El carácter condicional del indicador proviene del hecho de que el nivel de adopción de soluciones digitales en el futuro depende, principalmente, de la situación en la que la empresa se encuentra hoy y de los esfuerzos realizados para hacer efectiva su proyección. El indicador permite identificar la posición relativa de las empresas en relación con una situación de frontera representada por la especificación técnica/teórica de un estado de digitalización más avanzado.

El punto de partida es la transformación de la variable “generación digital actual” en el índice de adopción actual de la compañía (IAA) relativo a cada función (relación con proveedores, gestión de la producción o relación con clientes), con el fin de retratar las diferencias entre las generaciones adoptadas G1, G2, G3 y G4. Trabajos previos que trataron este tipo de variables en encuestas similares, como el Índice de Dinamismo de Albrieu et al (2019a) y el Digital Readiness Index (DRI) de Kupfer et al (2019), asignaban valores lineales para cada una de las generaciones, concretamente (1, 2, 3, 4).

Sin embargo, considerando que el tránsito entre generaciones no es un proceso lineal, como se discutió anteriormente, en la especificación del IAA se confiere 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, finalmente, la generación 4 (G4) asume el valor 13. Esta atribución progresiva de valores significa que, pasar de G1 a G2, es un proceso más simple que pasar de G3 a G4, dado que éste último requiere esfuerzos significativos para cambiar procesos e interacciones al incorporar tecnologías sofisticadas -que van desde la robotización hasta dispositivos de comunicación avanzados e inteligencia artificial- de una forma más integrada, que es lo que representa la G4.

Una vez asignados los valores a las generaciones para cada función, se calculó un IAA como media aritmética de las tres funciones. De esta forma, fue posible elaborar un único valor de adopción actual para cada empresa.

Posteriormente, los valores del IAA fueron normalizados por el valor más alto (13) para oscilar el indicador entre 0 y 1. El menor valor del IAA medio atribuido a una empresa hipotética refleja la situación de ella estar en G1 en las tres funciones, o sea, un valor igual a 3 que, una vez normalizado, tiene un valor de 0,23. El valor máximo del IAA medio es representado por una empresa que se encuentra en G4 en las tres funciones. Es decir, un valor medio igual a 13, que una vez normalizado, alcanza el valor máximo de 1.

El **Cuadro 3** ofrece los valores previstos (resultados hipotéticos) para el IAA medio (media aritmética simple de las tres funciones) sin normalizar y normalizado. Valores del IAA (sin normalizar) entre 3 y 6 representan estados de adopción donde prevalecen las generaciones G1, G2 o alguna combinación entre ambas. Valores del IAA (sin normalizar) entre 6,33 y 7,67 representan estados de adopción correspondientes a una prevalencia de la combinación de generaciones G2+G3 entre las funciones o donde, en una y solo una función, la empresa incorporó tecnologías digitales G4. Finalmente, valores del IAA (sin normalizar) entre 8 y 13 revelan un estado de adopción donde la empresa ya adoptó, como mínimo, tecnologías de generación G3, o prevalecen combinaciones G3+G4 hasta el límite de adopción en última generación, G4, en las tres funciones.

Cuadro 3
Valores previstos para el Índice de Adopción Actual (IAA) medio y normalizado

Valores del IAA (media de las tres funciones)

F1	F2	F3			
		3	5	8	13
3	3	3,00	3,67	4,67	6,33
	5	3,67	4,33	5,33	7,00
	8	4,67	5,33	6,33	8,00
	13	6,33	7,00	8,00	9,67
5	5	4,33	5,00	6,00	7,67
	8	5,33	6,00	7,00	8,67
	13	7,00	7,67	8,67	10,33
8	8	6,33	7,00	8,00	9,67
	13	8,00	8,67	9,67	11,33
13	13	9,67	10,33	11,33	13,00

Valores del IAA normalizado (media de las tres funciones)

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	5	0,333	0,385	0,462	0,590
	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

- Prevalecen las generaciones G1, G2 o G1+G2
- Prevalece la combinación de generaciones G2+G3 o 1 función está en G4
- Prevalecen las generaciones G3, G4 o combinaciones G3+G4

Nota: F1, F2 y F3 representan las funciones, Relación con Proveedores, Gestión de la Producción y Relación con Clientes sin que necesariamente exista una correspondencia unívoca, dado que las diferencias entre combinaciones no son relevantes a efectos de cálculo del IAA [por ejemplo: el valor del IAA para una combinación (3,5,8) será la misma tanto si el 3 se localiza en Proveedores, Gestión de la producción o Clientes].

Fuente: Elaboración propia.

Después de la determinación del IAA, el paso siguiente fue la especificación del Índice de Digitalización Condicionado. El IDC combina las informaciones relativas a las generaciones actual y prevista con el nivel de preparación (disposición) de la empresa para la ejecución de sus planes. La variable ‘preparación’ 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.

Esta variable es clave, pues describe el esfuerzo actual puesto en práctica para moverse hacia la generación digital prevista. Su incorporación como ponderador del IDC permite monitorear la credibilidad de la expectativa. Las posibilidades técnicas/teóricas de la combinación entre los tres componentes (generación inicial (G_o), futura (G_f) y niveles de disposición o preparación (N) se muestran en el **Cuadro 4**.

Cuadro 4

Valores previstos para el IDC y el IDC normalizado para una de las tres funciones

Valores previstos del IDC (1 función)

G_o	G_f	NIVELES DE DISPOSICIÓN			
		0	0,3	0,8	1
G1	G1	3,00	3,05	3,24	3,60
	G2	3,00	3,54	4,44	4,80
	G3	3,00	4,08	5,88	6,60
	G4	3,00	4,62	7,32	8,40
G2	G2	5,00	5,08	5,40	6,00
	G3	5,00	5,90	7,40	8,00
	G4	5,00	6,80	9,80	11,00
G3	G3	8,00	8,12	8,64	9,60
	G4	8,00	9,44	11,84	12,80
G4	G4	13,00	13,20	14,04	15,60

Valores previstos del IDC Normalizado (1 función)

G_o	G_f	NIVELES DE DISPOSICIÓN			
		0	0,3	0,8	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	G3	0,513	0,521	0,554	0,615
	G4	0,513	0,605	0,759	0,821
G4	G4	0,833	0,846	0,900	1,000

- Prevalecen las generaciones G1, G2 o G1+G2
- Prevalece la combinación de generaciones G2+G3 o 1 función está en G4
- Prevalecen las generaciones G3, G4 o combinaciones G3+G4
- Prevalecen las generaciones G3, G4 o combinaciones G3+G4

Fuente: Elaboración propia.

Como muestra el **Cuadro 4**, el IDC teórico estima niveles de adopción previstas por función (relación con clientes, con proveedores y gestión de producción) o agregado como una media aritmética de las tres funciones. Al igual que el IAA, el IDC también se presenta normalizado por el máximo valor que puede tomar (15,60). El valor máximo del IDC normalizado (igual a 1) corresponde con la situación de una firma hipotética que hoy se encuentra en el nivel tecnológico máximo (G4), proyecta mantenerse en esta posición y presenta nivel máximo de preparación (proyectos en ejecución).

Paralelamente, al igual que el IAA, el menor valor del IDC sin normalizar (igual a 3) equivale a la situación de una empresa hipotética que se encuentra en G1, espera continuar en G1 en el futuro y no está realizando esfuerzos de preparación. Al normalizar el IDC por un número máximo mayor, el menor valor del IDC normalizado es 0.192 y la distribución de posibles valores del IDC normalizado se amplía con respecto a la del IAA normalizado.

La diferencia observada en la dispersión de los valores de IAA e IDC se debe al desplazamiento de la frontera de adopción digital en el futuro. Esto queda representado por el máximo valor del IDC sin normalizar de la empresa teóricamente más avanzada en la adopción (15,60), respecto del valor de la frontera de adopción actual (IAA sin normalizar igual a 13). Esta frontera más avanzada de adopción, de hecho, es un valor máximo potencial en relación con una posición de alto grado de digitalización, hoy y en el futuro, y una alta intensidad de esfuerzos para hacer posible esta evolución. Además, a pesar de posibles asociaciones, esta posición se define de forma autónoma en relación con la posición digital de las empresas. Por lo tanto, si la frontera avanza, las empresas que permanecen en G1, en el futuro se encontrarán relativamente más distantes de las empresas que representan la frontera de adopción en el futuro [el valor IAA más bajo es 0.23 (más cercano a 1) y el valor IDC más bajo es 0.19 (más lejos de 1)].

Finalmente, y como consecuencia de la construcción del IAA y el IDC, fue posible especificar la relación entre los dos (IDC/IAA) como una medida de distancia entre la posición actual de la empresa y la frontera de digitalización. En principio, sería de esperar que los valores del IDC fueran superiores a los valores del IAA, considerando que el nivel de adopción futuro relatado por las empresas solo puede ser igual o superior al actual y, por tanto, el valor del distanciamiento debería ser superior a 1 en todos los casos. Sin embargo, debido al efecto de la normalización de los índices, puesto que cada uno normaliza por una frontera de adopción diferente, se pueden descubrir distintos resultados. Esto es, no se puede descartar la posibilidad de un valor del IDC normalizado inferior al del IAA normalizado. Esto significa que la empresa se mueve a un ritmo inferior al movimiento de la frontera (o bien porque no espera moverse o porque no está realizando esfuerzos suficientes para materializar su expectativa). Si es así, la distancia respecto al valor de máxima adopción aumenta y el valor del IDC normalizado cae. Esta situación se puede interpretar como reflejo de una falta de esfuerzo o disposición de la empresa para acompañar la evolución de la frontera.

Cuando se presentan datos de varias empresas, el indicador IDC/IAA mayor o menor que la unidad puede informar una nueva faceta del fenómeno, que puede denominarse como “heterogeneidad digital”. Como ha sido mencionado antes, las estructuras productivas de un país son heterogéneas cuando existe una amplia dispersión en términos de capacitación y desempeño entre empresas, entre sectores e incluso en el seno de un sector. Como la combinación de indicadores informa cómo las empresas se posicionan en la “carrera” del proceso de digitalización respecto una frontera (móvil), el proceso de digitalización se revela heterogéneo entre empresas cuando se verifica un aumento de la dispersión entre los valores de adopción de algunas que se encuentran en posiciones más avanzadas y otras más atrasadas respecto de la frontera. En este sentido, el concepto de heterogeneidad asume un carácter particular: no se trata propiamente de diferenciales con relación a niveles de mejores prácticas tomadas como referencia, como es habitual, sino a un ensanchamiento de las posiciones relativas con relación a una frontera en movimiento. La próxima sección trae evidencias empíricas de las proposiciones de medición aquí expuestas.

3.2 · IAA E IDC DE EMPRESAS ARGENTINAS Y BRASILEÑAS: UN ANÁLISIS COMPARATIVO

Por la especificación técnica del IAA y el IDC, para implementarlos, analizar y comparar empresas de Argentina y Brasil fue necesario considerar solamente aquellas con respuestas completas sobre digitalización actual y futura, y nivel de preparación. Esto ha significado que las empresas que han respondido “no sé” o “no quiero responder” a las preguntas sobre generación prevista o sobre preparación, tuvieron que ser eliminadas del ejercicio comparativo basado en el IDC. Como consecuencia, el panel de Argentina se redujo a 239 empresas y el de Brasil a 223.

El **Cuadro 5** trae un conjunto de informaciones: el IAA y el IDC normalizados por función empresarial considerando el tamaño de las empresas, el total de las empresas, así como el indicador de distanciamiento (IDC/IAA). El nivel de adopción actual medio (IAA) en términos agregados en las empresas brasileñas (0,420) es superior con relación a las argentinas (0,370) así como los valores del IAA para cada una de las funciones. La comparación por tamaño de empresa también revela un nivel de adopción actual superior en Brasil que en Argentina. Sin embargo, las diferencias no son significativamente grandes. Las mayores diferencias entre Brasil y Argentina se localizan en gestión de producción en el grupo de aquellas con menos de 100 empleados. Las diferencias se estrechan, como sería previsible, entre las empresas con más de 100 empleados, en las funciones relativas a relaciones con proveedores y en la gestión de producción.

El IDC agregado de las empresas brasileñas (0,422) también es superior al IDC de las empresas argentinas (0,360). Lo mismo puede ser verificado para cada una de las funciones. En la comparación por tamaño, 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. Como en el caso del IAA, las diferencias entre países no son significativas, siendo normalmente las diferencias mayores de Brasil sobre Argentina en la gestión de producción dentro del grupo de las menores de 100 empleados.

Cuadro 5
Argentina y Brasil: IAA e IDC normalizados por función empresarial y tamaño de las empresas

INDICADOR	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
Distanciamiento*(IDC/IAA)	0,94	1,06	0,97	0,97	1,02	1,01
Relación con proveedores	1,00	1,08	1,02	0,97	1,04	1,02
Gestión de producción	0,90	1,02	0,93	0,93	1,01	0,99
Relación con clientes	0,93	1,07	0,97	1,01	1,02	1,02

Nota: (*) Distanciamiento con relación a la frontera (teórica) más avanzada.

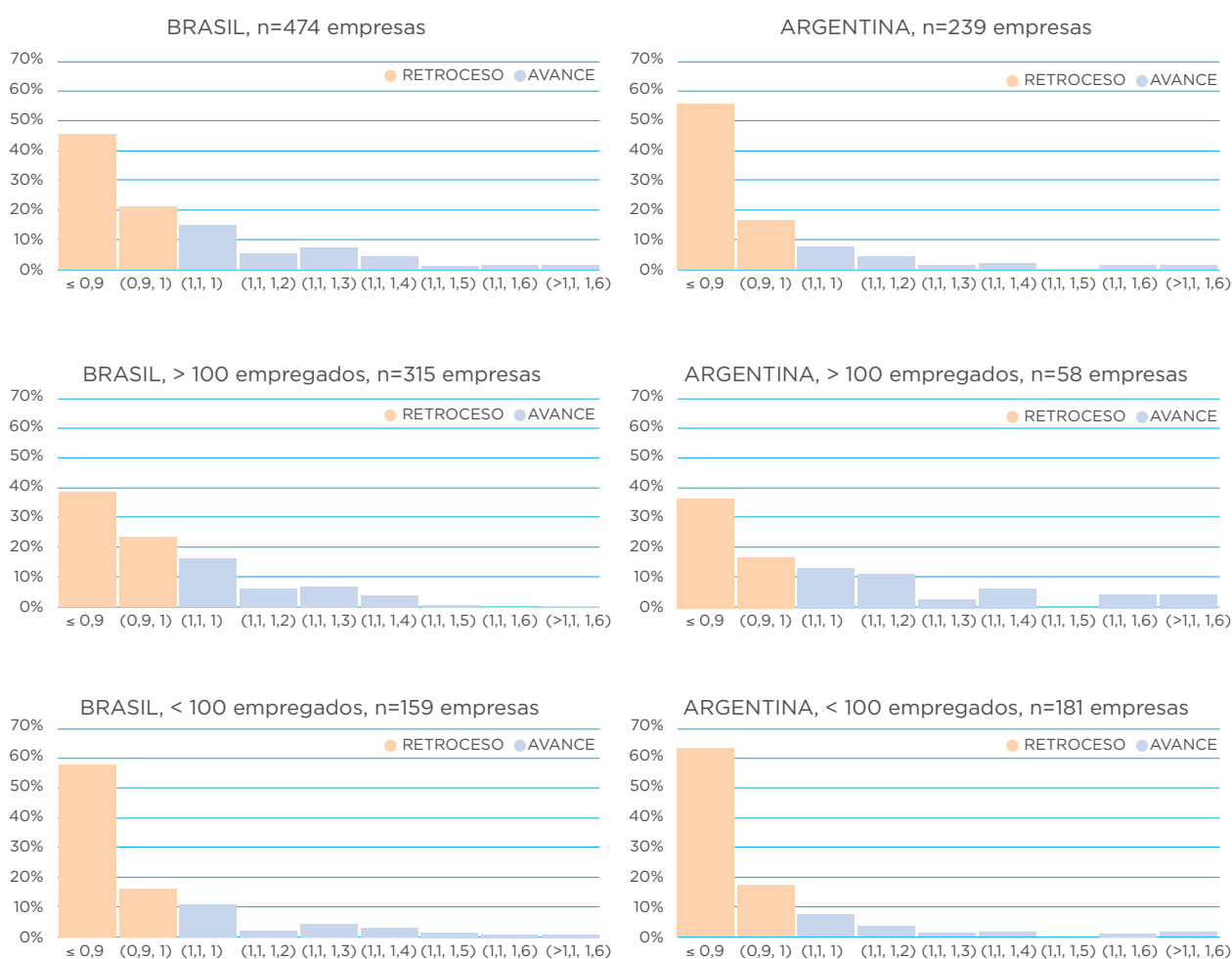
Fuente: Elaboración propia basada en datos de la investigación I-2030 y Encuesta INTAL-BID, CIPPEC y UIA, 2018.

Un fenómeno relevante observado en el **Cuadro 5** es el distanciamiento entre el nivel de digitalización previsto y el actual (IDC/IAA). Como era de esperar, los resultados indican una prevalencia de la relación IDC/IAA mayor que la unidad. Sin embargo, en un grupo específico de empresas, esto no ocurre. Este efecto se visualiza en empresas con menos de 100 empleados en cualquier función –proveedores, gestión de producción o clientes– en ambos países, con la excepción del IDC/IAA en las relaciones con clientes en Brasil.

El distanciamiento en el grupo de las pequeñas empresas brasileñas es compensado por el avance registrado en el grupo de las medianas y grandes, excepto en la función de gestión de producción. El caso de Argentina es diferente. Por un lado, las empresas de porte inferior a 100 empleados se distanciarán más de la frontera futura que sus semejantes brasileñas. Por otro lado, las empresas de porte superior a 100 empleados registrarán avances mayores que sus semejantes brasileñas, no porque adquieran un nivel de digitalización superior, sino porque partieron de un nivel de digitalización inferior.

El comportamiento diferente del indicador de distanciamiento (IDC/IAA) entre empresas mayores de 100 empleados (avance) y menores de 100 empleados (retroceso), sugiere, en principio, un posible aumento de heterogeneidad digital entre empresas de ambos países. Para evaluar este posible distanciamiento de modo comparativo, la **Figura 6** trae la distribución de empresas (en porcentaje) por intervalos de distanciamiento ($< 0,9$; $0,9-1,0$; $1,0-1,1$... $>1,6$).

Figura 6
Frecuencia relativa de empresas por intervalos de distanciamiento* (Total y tamaño de empresas)



Notas: (*) Distanciamiento con relación a la frontera (IDC/IAA). Retroceso: <1 ; Avance: >1 .

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

El peso relativo de las empresas que retroceden ($IDC/IAA < 1$) es muy significativo: aproximadamente entre un 65% en Brasil y un 75% en Argentina, pero el peso de las empresas que más retroceden es significativamente mayor en Argentina. En lo que respecta al comportamiento del avance, ambos países parecen concentrarse en intervalos intermediarios de los valores de distanciamiento. Es decir, en avances moderados, con una concentración un poco mayor en Brasil. Los porcentuales de empresas que informan una expectativa de dar saltos importantes en el proceso de digitalización son relativamente mayores en Argentina. Sin embargo, un salto mayor no significa que las empresas argentinas consigan llegar más lejos que las brasileñas (lo que significara que para el mismo IAA, el IDC fuese mayor); sino que también podría deberse a que las empresas argentinas consiguen llegar a niveles de adopción similares a las brasileñas partiendo de niveles de adopción actuales inferiores (para el mismo IDC, el nivel de IAA es menor).

Cuando la distribución de porcentuales de empresas por valores de distanciamiento traza una diferencia entre grandes y pequeñas, se observan diferencias interesantes. Así, las empresas grandes tienden a retroceder más en Brasil que en Argentina; mientras que, en Argentina, retroceden más las pequeñas. En términos de avance, las empresas brasileñas mayores de 100 empleados se concentran en avances bajos y moderados, mientras que las argentinas para saltos más elevados. En las pequeñas, esta tendencia se invierte: las empresas menores de 100 empleados brasileñas consiguen de forma más uniforme dar saltos de adopción mayores.

La hipótesis de aumento de heterogeneidad digital pronosticada entre los niveles de digitalización actuales (IAA) y los previstos por el IDC se confirman en el **Cuadro 6**. Los coeficientes de variación, calculados como la suma de las desviaciones típicas de los valores del IDC y del IAA de cada empresa con respecto a la media de cada distribución, muestran que los niveles de heterogeneidad, tanto actuales como previstos, son mayores en Brasil que en Argentina. Sin embargo, ambos países registrarán aumentos de heterogeneidad digital, siendo mayores en el caso argentino cuando se consideran todas las empresas.

Cuadro 6

Coeficiente de variación de los valores del IAA e IDC normalizados (Total y tamaño de empresas)

INDICADOR	ARGENTINA	BRASIL	ARGENTINA - TAMAÑO		BRASIL - TAMAÑO	
	Total	Total	>100	<100	>100	<100
IAA	0,30	0,43	0,38	0,43	0,42	0,45
IDC	0,38	0,49	0,40	0,47	0,47	0,49
Tasa de variación %	24,74	12,09	5,28	10,52	12,30	9,31

Notas: Coeficiente de variación calculado como $CV = \frac{[\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{y})^2]^{1/2}}{\bar{y}}$, siendo los valores de los relativos a IAA e IDC normalizados. IAA - coeficiente de variación del IAA; IDC - coeficiente de variación del IDC.

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

El análisis por intervalos de tamaño muestra que, en Brasil, el aumento de la heterogeneidad digital será relativamente superior en las mayores de 100 empleados, mientras que en Argentina será en las menores de 100 empleados.

El análisis por sistema productivo en el Brasil (**Cuadro 7**) muestra que los principales avances de digitalización se localizarán en el complejo automotriz seguidas, de cerca, por las industrias de insumos básicos. El avance más rápido de digitalización en estas industrias deberá suceder para cualquier función, pero, sobre todo, en las tecnologías digitales para la gestión de producción. Fuera de estos sectores, el único caso donde se observa un nivel de digitalización prevista por encima de la media es en la Agroindustria, sobre todo, en las tecnologías relacionadas con el servicio al cliente.

Cuadro 7

Brasil: IAA e IDC medios normalizados por función de negocios y sistema productivo

INDICADOR	AGROINDUSTRIA	BIENES DE CAPITAL	BIENES DE CONSUMO	COMPLEJO AUTOMOTRIZ	INSUMOS BÁSICOS	QUÍMICA	INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	TOTAL
IAA medio	0,410	0,390	0,411	0,478	0,484	0,413	0,415	0,420
Relación con proveedores	0,399	0,392	0,402	0,462	0,497	0,396	0,381	0,411
Gestión de producción	0,429	0,400	0,438	0,488	0,505	0,425	0,465	0,437
Relación con clientes	0,402	0,380	0,392	0,484	0,449	0,418	0,400	0,412
IDC medio	0,419	0,378	0,404	0,501	0,499	0,418	0,413	0,422
Relación con proveedores	0,404	0,383	0,392	0,499	0,504	0,417	0,390	0,417
Gestión de producción	0,428	0,381	0,423	0,503	0,510	0,420	0,458	0,431
Relación con clientes	0,426	0,370	0,397	0,503	0,482	0,417	0,391	0,418
Distanciamiento* (IDC/IAA)	1,02	0,97	0,98	1,05	1,03	1,01	0,99	1,01
Relación con proveedores	1,01	0,98	0,98	1,08	1,01	1,05	1,02	1,02
Gestión de producción	1,00	0,95	0,97	1,03	1,01	0,99	0,99	0,99
Relación con clientes	1,06	0,98	1,01	1,04	1,07	1,00	0,98	1,02

Nota: (*) Distanciamiento con relación a la frontera.

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

La relación entre IDC e IAA permite establecer dónde podrían suceder avances o retrasos con respecto a la frontera definida por las empresas que más avanzan. Así, junto a las industrias del automóvil y de insumos básicos, las industrias agroalimentarias y la industria química conseguirán, en términos agregados, acompañar el desplazamiento de la frontera en el futuro, o bien manteniendo la misma distancia (valor = 1), o bien reduciendo su distancia (valor >1) para todas las funciones exceptuando, en el caso de la industria química, las tecnologías digitales relativas al relacionamiento con clientes. Alternativamente, los valores del IDC prevén un distanciamiento con la frontera futura en las industrias de tecnologías de información y comunicación (TIC), bienes de consumo y bienes de capital para la mayor parte de las funciones. Se consigue apenas un acompañamiento moderado de la frontera en las tecnologías digitales de relaciones con clientes en bienes de consumo y de relaciones con proveedores en las TIC.

El análisis por sistema productivo para la Argentina (**Cuadro 8**) ilustra algunas singularidades. En primer lugar, los valores más elevados de digitalización se localizan en las industrias de TIC. Sin embargo, esta observación puede ser engañosa, pues este panel solo cuenta con un total de 2 empresas TIC. Excluyendo las TIC, las industrias que presentan mayores niveles previstos de digitalización son la química, y a cierta distancia, las industrias de bienes de capital, Insumos básicos y del automóvil. Esos mayores valores, en relación con la media argentina, se mantienen para todas las funciones con algunas excepciones. Por ejemplo, registran valores inferiores a la media las tecnologías digitales en relación con proveedores y en gestión de producción en las

industrias de bienes de consumo e insumos básicos, así como en la función de relacionamiento con clientes en la industria del automóvil. No se observan casos de valores superiores a la media en alguna función para las industrias de bienes de consumo o en la agroindustria.

Cuadro 8
Argentina: IAA e IDC medios por función empresarial y sistema productivo

INDICADOR	AGROINDUSTRIA	BIENES DE CAPITAL	BIENES DE CONSUMO	COMPLEJO AUTOMOTRIZ	INSUMOS BÁSICOS	QUÍMICA	INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	SIN CLASIFICAR	TOTAL GERAL
IAA medio	0,336	0,386	0,353	0,378	0,392	0,398	0,564	0,308	0,370
Relación con proveedores	0,292	0,422	0,361	0,352	0,371	0,389	0,615	0,359	0,368
Gestión de producción	0,328	0,387	0,354	0,424	0,392	0,422	0,385	0,282	0,377
Relación con clientes	0,388	0,349	0,342	0,357	0,413	0,382	0,692	0,282	0,365
IDC medio	0,318	0,382	0,326	0,372	0,374	0,409	0,609	0,345	0,360
Relación con proveedores	0,315	0,425	0,346	0,381	0,345	0,416	0,615	0,341	0,375
Gestión de producción	0,289	0,366	0,319	0,413	0,350	0,417	0,455	0,235	0,353
Relación con clientes	0,350	0,355	0,313	0,321	0,427	0,393	0,756	0,457	0,353
Distanciamiento*(IDC/IAA)	0,95	0,99	0,92	0,98	0,95	1,03	1,08	1,12	0,97
Relación con proveedores	1,08	1,01	0,96	1,08	0,93	1,07	1,00	0,95	1,02
Gestión de producción	0,88	0,95	0,90	0,97	0,89	0,99	1,18	0,83	0,93
Relación con clientes	0,90	1,02	0,92	0,90	1,03	1,03	1,09	1,62	0,97

Nota: (*) Distanciamiento con relación a la frontera.

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

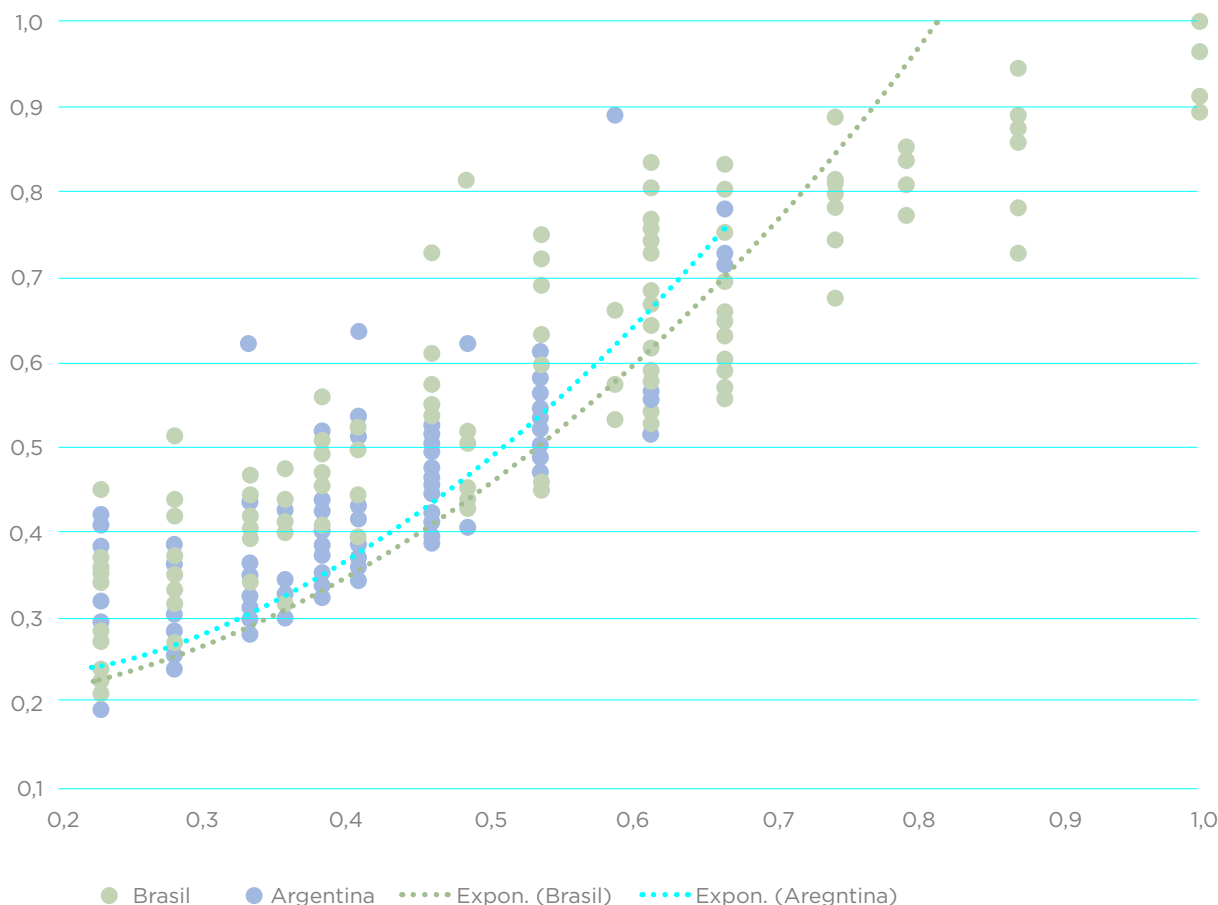
La relación entre los niveles de digitalización actuales y previstos revela una situación más pesimista en el caso argentino que en el brasileño. Entre los sectores productivos que presentan mayores valores, y excluyendo el caso de las industrias de TIC, sólo la química conseguirá, en promedio, aproximarse a la frontera tecnológica del futuro. En el resto de los sectores, las distancias con la frontera aumentarán. Sin embargo, este panorama general no sucede de forma uniforme. En las tecnologías digitales de vínculos con proveedores, se conseguirán reducir distancias con la frontera en el futuro en los sistemas productivos agroalimentarios, bienes de capital, automóvil y química. Así mismo, en el relacionamiento con clientes se prevé una eventual reducción de distancias en las industrias de bienes de capital, insumos básicos y químico. La caída de nivel relativo de digitalización se concentrará en las tecnologías digitales de gestión de producción, donde ningún sector productivo conseguirá acompañar el desplazamiento de la frontera.

Los niveles de digitalización previstos para Brasil son siempre superiores a los de la Argentina salvo en el sistema productivo de bienes de capital y, concretamente, en la función de relacionamiento con los proveedores. La **Figura 7** permite comparar ambos países mediante la combinación de

los valores normalizados de la adopción presente (IAA en abscisas) y futura (IDC en ordenadas). La Figura muestra que el menor valor de adopción presente es el mismo para los dos países (0,23), es decir, equivalente a generaciones G1 en las tres funciones. Sin embargo, hay diferencias significativas entre los valores máximos de adopción en el presente. En el caso argentino, el IAA medio normalizado nunca es superior 0,667. Es decir, un valor del IAA medio (sin normalizar) igual a 8,667 o equivalente a un nivel de adopción entre G3 y G4, más próximo de G3. Alternativamente, los valores máximos de digitalización en Brasil alcanzan el valor máximo normalizado igual a 1, lo que significa que existen empresas en niveles de digitalización G4 en las tres funciones.

Figura 7

Argentina y Brasil: relación entre adopción actual (IAA) y prevista (IDC)



Nota: IDC en ordenadas (Y); IAA en abscisas (X). Valores normalizados.

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

Las curvas de ajuste a las nubes de puntos que representan la distribución de combinaciones IAA-IDC de las empresas argentinas y brasileñas, son convexas y crecientes en ambos casos. Esto significa que, cuanto mayor el nivel de adopción presente, el nivel de adopción previsto será proporcionalmente más elevado. Este tipo de ajuste condice con la naturaleza del IDC, dado que el indicador tiende a situar en niveles de adopción prevista más avanzados a las empresas que ya se encuentran en generaciones más adelantadas.

Sin embargo, la curva de ajuste de Argentina se sitúa por encima de la curva de ajuste de Brasil. Esto significa que, para el mismo nivel presente de adopción, las empresas argentinas avanzan más. Por otro lado, las empresas argentinas alcanzan niveles de adopción semejantes a aquellos

de las brasileñas partiendo de situaciones iniciales inferiores. Este fue el efecto observado en el **Cuadro 6** para las empresas de mayor tamaño (> 100).

Finalmente, el cálculo del coeficiente de variación del IDC y el IAA presentado por el sistema productivo y de forma comparada para los dos países (**Cuadro 9**) confirma la posibilidad de aumento de heterogeneidad digital en todos los sistemas productivos, pero también revela detalles a tener en cuenta.

Cuadro 9

Argentina y Brasil: IAA e IDC normalizados y coeficiente de variación de los valores por sistema productivo

INDICADOR	TOTAL PAÍS	AGROINDUSTRIA	BIENES DE CAPITAL	BIENES DE CONSUMO	COMPLEJO AUTOMOTRIZ	INSUMOS BÁSICOS	QUÍMICA
ARGENTINA							
IAA	0,30	0,37	0,28	0,26	0,26	0,29	0,32
IDC	0,38	0,51	0,30	0,31	0,31	0,32	0,41
Coeficiente de variación %	24,7	36,9	10,4	18,9	18,9	13,7	30,3
BRASIL							
IAA	0,43	0,41	0,44	0,45	0,40	0,43	0,43
IDC	0,49	0,49	0,46	0,50	0,41	0,49	0,50
Coeficiente de variación %	12,1	19,9	5,7	10,6	2,3	12,9	16,0

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

En Brasil, los mayores avances de digitalización localizados en el complejo automotriz, en las industrias de insumos básicos y en la agroindustria, sólo deben resultar en aumentos significativos de heterogeneidad digital entre empresas agroindustriales y muy reducida en el complejo automovilístico. Esto puede reproducir diferencias en la organización y capacitación dentro de estos sistemas productivos. Si esta hipótesis fuese comprobada, el proceso de digitalización, en realidad, funcionaría como un mecanismo de reproducción de diferencias ya prevalecientes en Brasil. En las industrias químicas, donde prácticamente no se esperan avances de digitalización significativos (en media), las diferencias de adopción de soluciones digitales aumentarán por encima de la media. Esto puede revelar diversidades existentes. En los sistemas con avances de digitalización modestos y que alejarán (en media) su distancia con la frontera, (bienes de capital y bienes de consumo), los aumentos de heterogeneidad son pequeños o por debajo de la media, respectivamente.

En la Argentina, el proceso de adopción de tecnologías digitales representará un aumento de heterogeneidad digital mayor que en el Brasil para todos los sistemas productivos. Y, al igual que en Brasil, los mayores crecimientos de la dispersión en la adopción se concentran en las agroindustrias y química. También, como en el caso brasileño, los mayores avances de digitalización no se traducen siempre en mayores grados de heterogeneidad, como los casos de bienes de capital e insumos; ni los avances lentos en el proceso de adopción se traducen en reducciones de heterogeneidad de adopción, como el caso de la agroindustria. En este sentido, el proceso de adopción de tecnologías digitales tiende a ser heterogéneo, de acuerdo con la propia heterogeneidad intrínseca de cada sistema productivo.

3.3 · EMPRESAS LÍDERES, SEGUIDORAS Y REZAGADAS EN ARGENTINA Y BRASIL

El IDC permite hacer un balance del comportamiento de las empresas en el proceso de adopción de tecnologías digitales y su posicionamiento relativo a lo largo del tiempo. En términos de estrategias de adopción tecnológica pasadas y presentes, el comportamiento de la empresa definirá las diferentes etapas en las que se lleva el proceso de adopción. Bajo la inspiración de Abramovitz (1986), las empresas argentinas y brasileñas serán caracterizadas como empresas líderes, empresas seguidoras o empresas rezagadas, dependiendo de la etapa de digitalización, con el IDC teórico como referencia.

Por lo general, en un proceso de adopción de nuevas tecnologías, hay agentes que se adelantan y toman la iniciativa de la adopción. Las razones por las que sólo algunas empresas lo hacen son diversas: por ejemplo, una mayor o menor aversión al riesgo. Sin embargo, normalmente las empresas pioneras son aquellas cuyo nivel de capacitación tecnológica acumulada y su posición competitiva les permite anticiparse a movimientos generales que se seguirán en sus mercados. Este sería un tipo de comportamiento que posicionaría a las empresas como líderes, ‘a la cabeza’ del proceso de adopción de soluciones digitales avanzadas.

Un segundo tipo de agentes son aquellos con 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 no poseen suficientes capacidades acumuladas o recursos. Sin embargo, este tipo de empresas es capaz de identificar posibilidades, calcular costos y beneficios de la digitalización, y están dispuestas a hacer esfuerzos (aprendizaje, inversión, etc.) para no perder su posicionamiento a futuro. Aunque no lideren los procesos de adopción, son empresas seguidoras que se movilizan para, al menos, no perder sus lugares en los mercados.

Por último, un tercer tipo de comportamiento consiste en permanecer rezagado ante la digitalización de sus pares. Las razones son de diferente naturaleza. Entre ellas destacan dos. Primero, posibles condiciones del entorno económico: la percepción de que el ambiente es adverso a nuevas iniciativas, o sus mercados (la demanda o la competencia) no imponen suficiente presión por resultados (eficiencia, calidad, plazos de entrega) que puedan derivarse de inversiones digitales, incluso la dificultad para acceder a los recursos para llevar a cabo inversiones relacionadas con la digitalización. Lo segundo se vincula a la propia empresa: a causa de encontrarse todavía en un periodo de amortización de inversiones recientes; a causa de una excesiva aversión al riesgo para adoptar tecnologías aún poco estandarizadas; o por no tener la información, el conocimiento o la capacitación mínima para decisiones en torno a la digitalización. La pasividad en la digitalización conlleva, como riesgo, la posibilidad de pérdida de posicionamiento en los mercados dado que, con el paso del tiempo, la frontera de digitalización se aleja y el diferencial, con los primeros adoptadores, se ensancha. Sin embargo, en caso de que se mantenga la trayectoria del progreso técnico en la digitalización (costos decrecientes, más facilidad de acceso) y si ocurre un proceso de difusión amplio en su entorno, la empresa rezagada podría tener ventajas del leap-frogging (avance acelerado) en el futuro cercano.

En la medida en que el IDC anticipa una etapa de digitalización en el futuro, el índice puede identificar empresas pioneras, seguidoras y rezagadas. El **Cuadro 10** localiza estas diferentes posibilidades teóricas frente al valor que puede asumir el IDC.

Cuadro 10

Valores previstos del IDC por etapas de digitalización para una función empresarial

G_o	G_f	NIVELES DE DISPOSICIÓN			
		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	G3	0,513	0,521	0,554	0,615
	G4	0,513	0,605	0,759	0,821
G4	G4	0,833	0,846	0,900	1,000

- Rezagados
- Seguidores
- Líderes

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de la distribución del IDC medio normalizado para las tres funciones [0,192 - 1] fueron agrupados conforme a las tres categorías contempladas (líderes, seguidoras, rezagadas). Para esto, se estableció como criterio que el nivel mínimo del IDC medio normalizado para que una empresa se encuentre en situación de seguidora, sería el equivalente a encontrarse en dos funciones en G2 y una función en G3 (= 0,384). Así mismo, el nivel mínimo del que describe a la empresa en el futuro en una situación de liderazgo, es equivalente a encontrarse en 2 funciones en G3 y, por lo menos, una función en G4 (= 0,644).

Las empresas rezagadas son aquellas que presentan un IDC medio normalizado tal que actualmente, se concentran en G1 y G2, esperan encontrarse en el futuro en estas mismas generaciones y registran niveles bajos de esfuerzo para el cambio. 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 que registran valores de IDC medio normalizado tal que $0,384 \leq IDC_N < 0,644$. Se trata de empresas que parten de generaciones digitales algo más avanzadas, o generaciones más atrasadas que prevén saltos de generación discontinuos y con mayores niveles de disposición. La categoría también incluye empresas que se encuentran al menos en una función en G3 con una expectativa de adopción moderada y con bajos niveles de preparación.

Las empresas líderes son aquellas que ya alcanzaron las G3 en sus funciones y se encuentran en G4 al menos en una función. El IDC medio normalizado para este grupo toma valores $0,644 \leq IDC_N = 1$. Esta categoría 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.

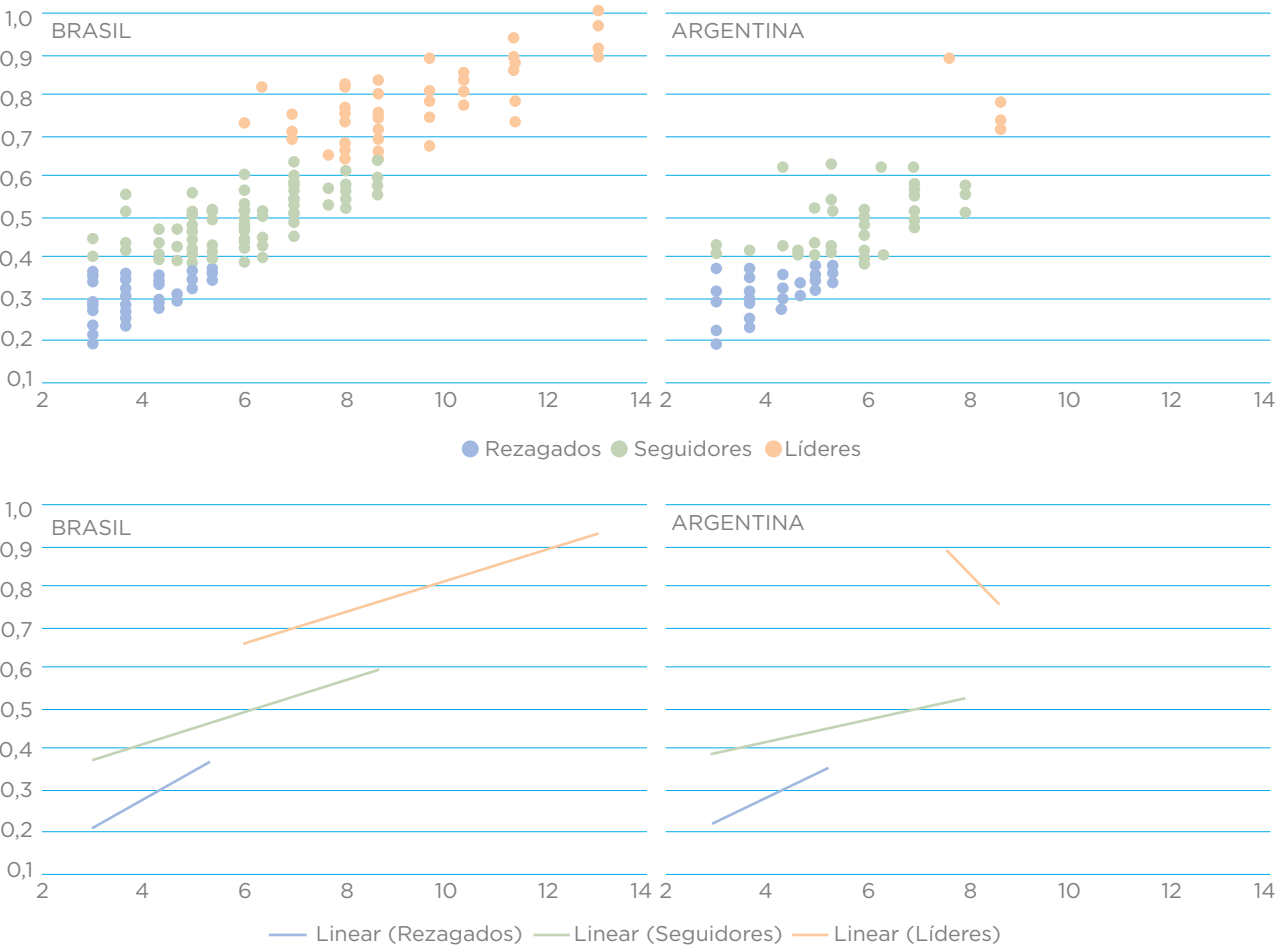
Conceptualmente, la distribución de los valores del índice IDC refleja las condiciones de un movimiento (o una “carrera”) hacia una etapa más completa de digitalización, que puede demandar saltos significativos en relación con la posición inicial. Por un lado, el esfuerzo realizado por las

empresas, incorporado en el valor del índice, constituye en este proceso un condicionante crítico. Por otro lado, la presencia de empresas más capacitadas para comandar esta evolución - las líderes - pueden constituir un factor de impulso para las demás empresas. Los líderes señalan un horizonte y facilitan al resto a acelerar su movimiento en pos de sus objetivos.

La **Figura 8** ilustra el posicionamiento de las empresas argentinas y brasileñas en estas tres etapas del proceso de adopción, relacionando el IDC medio normalizado (eje Y) con el IAA medio sin normalizar (eje X), para dar una idea más clara de la generación actual (en media) adoptada por las firmas en cada país. La **Figura 8** revela algunos elementos diferenciadores entre las empresas de los diferentes países. En esta figura, se combina el IDC normalizado (eje Y) con el IAA medio, no normalizado. El objetivo es localizar las empresas en el espacio, para revelar la asociación entre el nivel de digitalización en el presente con la proyección a futuro.

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 adopción de tecnologías 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 8
Argentina y Brasil: empresas líderes, seguidoras y rezagadas



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 basada en datos de la investigación I-2030 y Encuesta 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. Esto se debe a que el nivel de digitalización actual del grupo de empresas seguidoras, es un poco más diverso en Brasil. En ambos países los menores niveles de digitalización revelan situaciones iguales (IAA=3), pero en Brasil, el valor máximo de digitalización actual del grupo de seguidores les ubica por encima del IAA = 8. Esto significa que en alguna función ya se encuentran 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 de digitalización actual (IAA) en el grupo de seguidoras 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 entre ambos países es la mayor inclinación de la recta de ajuste registrada en las empresas brasileñas, lo cual se debe a que, para un mayor número de empresas que parten de una situación relativamente menos avanzada (valores de IAA entre 4 y 6) respecto de las argentinas, se prevén niveles de adopción mayores.

Finalmente, en el grupo de líderes es donde se observan diferencias más pronunciadas entre los dos países. La primera diferencia es la amplitud de la recta de ajuste, mucho mayor 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 de digitalización de sus funciones distribuidas entre G1 y G3 o entre G2 y G3, hasta empresas que actualmente se encuentran ya en G4 en todas sus funciones y realizan máximos esfuerzos de preparación a futuro.

La recta de ajuste del conjunto de líderes argentinas es muy corta, con valores IAA alrededor de 8. Esto es niveles de digitalización actual G3 en las tres funciones o, por lo menos, en una función ya están en G4. Significa que, en el caso argentino, solo empresas que, 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, las dos que alcanzarán los mayores niveles de adopción (en torno de 0,9), no se encuentran hoy entre las que registran mayores niveles de adopción (superiores a 8), sino las que registran menores niveles de adopción actual (inferiores a 8), lo que empuja a una relación negativa entre adopción actual y futura.

El **Cuadro 11** registra la distribución de empresas en las distintas etapas de digitalización por sistema productivo y por intervalos de tamaño.

Cuadro 11
Argentina y Brasil: empresas líderes, seguidoras y rezagadas por sistema productivo y tamaño (N y %)

	LÍDERES	SEGUIDORES	REZAGADOS	TOTAL	LÍDERES	SEGUIDORES	REZAGADOS
	NÚMERO DE EMPRESAS				DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL (%)		
BRASIL	67	184	223	474	14,1	38,8	47
Agroindustria	14	29	40	83	16,9	34,9	48,2
Bienes de capital	4	46	57	107	3,7	43	53,3
Bienes de consumo	11	28	42	81	13,6	34,6	51,9
Complejo Automóvil	13	29	17	59	22	49,2	28,8
Insumos básicos	11	9	10	30	36,7	30	33,3
Química	12	35	47	91	12,8	37,2	50
Información y Comunicación	2	8	10	20	10	40	50
<100 empr.	16	49	94	159	10,1	30,8	59,1
>100 empr.	51	135	129	315	16,2	42,9	41

ARGENTINA	9	77	153	239	3,8	32,2	64
Agroindustria	4	1	40	45	8,9	2,2	88,9
Bienes de capital		27	29	56		48,2	51,8
Bienes de consumo	1	11	44	56	1,8	19,6	78,6
Complejo Automóvil		15	18	33		45,5	54,5
Insumos básicos	1	3	7	11	9,1	27,3	63,6
Química	2	18	13	33	6,1	54,5	39,4
Información y Comunicación	1	1		2	50	50	
Sin Clasificar		1	2	3		33,3	66,7
<100 empr.	3	50	128	181	1,7	27,6	70,7
>100 empr.	6	27	25	58	10,3	46,6	43,1

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

Brasil presenta porcentuales mayores de empresas en las categorías de Líderes y Seguidoras respecto a Argentina; mientras que Argentina presenta un porcentual mayor de empresas entre las Rezagadas. Este patrón predomina también por sistema productivo y por tamaño, con algunas excepciones.

Eliminando la comparación en el sector de TIC (por el muy bajo número de empresas), Argentina presenta una inclinación mayor que Brasil en el grupo de seguidoras en el sistema productivo de bienes de capital, pero en compensación, Argentina no tiene ninguna empresa de bienes de capital en el grupo de Líderes. Un efecto parecido se observa por tamaño. Las empresas mayores de 100 empleados se inclinan más a ser seguidoras en Argentina que en Brasil. Pero en compensación, en Brasil, la inclinación de este tipo de empresas a ser líderes es mayor. Por otro lado, ambos países muestran que la mayor parte de las empresas se concentra en el grupo de Rezagadas y la menor en el grupo de Líderes. Aunque, en términos de tamaño, las empresas mayores de 100 empleados tienden a concentrarse más en el grupo de Seguidoras que en el de Rezagadas.

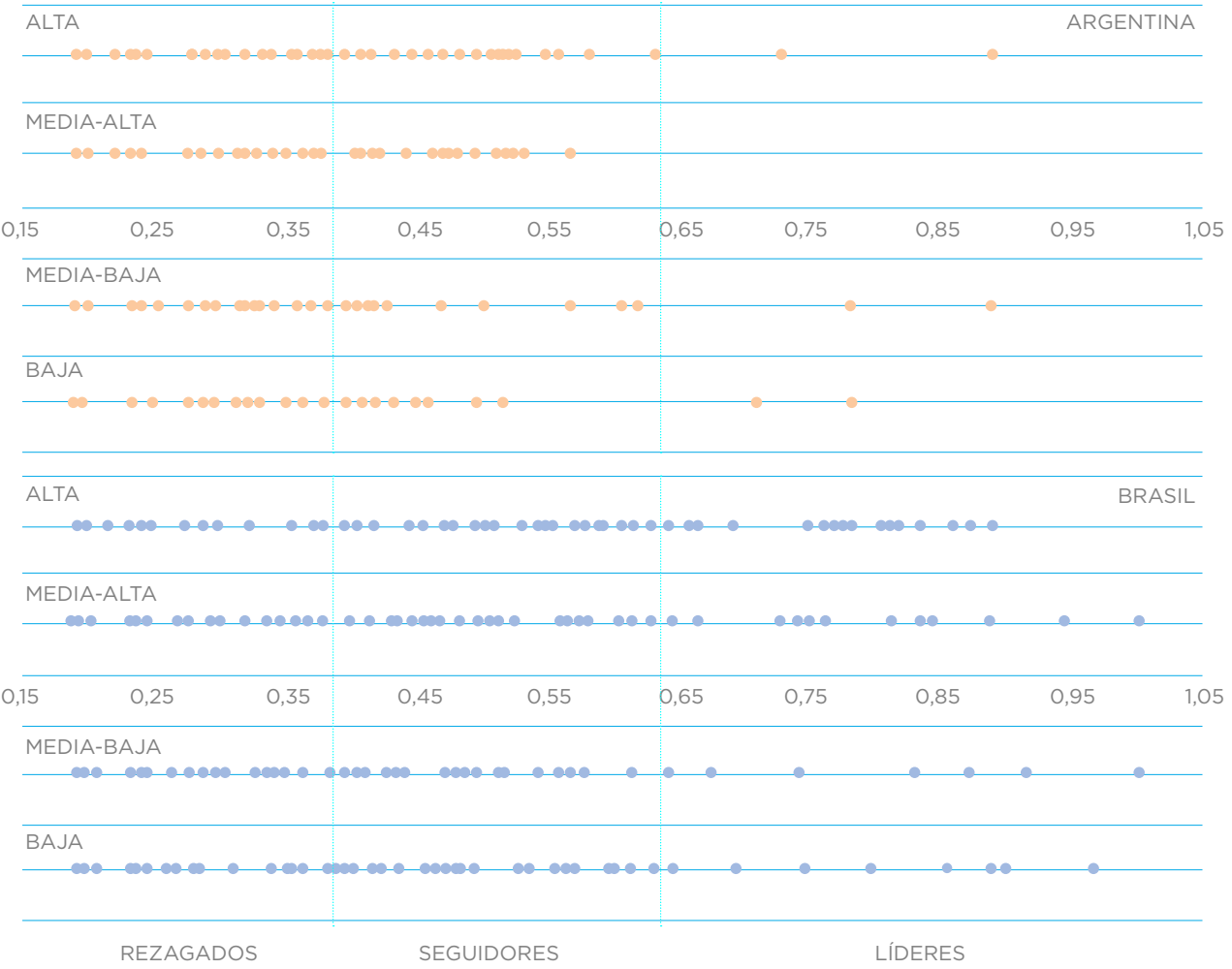
El análisis por sistema productivo muestra también algunas excepciones. En Brasil, prácticamente la mitad de las empresas del complejo automotriz son seguidoras, y los porcentuales de líderes y rezagadas son pequeños (22,0% y 28,8% respectivamente). El sistema productivo de insumos básicos sigue un patrón parecido, sólo que, en este caso, el mayor porcentual de empresas se localiza en las líderes (36,7%), por encima de las seguidoras (30,0%) y las rezagadas (33,3%). Estos dos sistemas productivos pueden ser considerados, no sólo en donde la digitalización avanza más, sino en donde el avance es más regular entre empresas. En Argentina, destacan los casos de los sistemas agroindustriales y química. En la agroindustria, llama la atención una concentración mayor en el grupo de líderes que en el de seguidoras, en una actividad donde casi el 90% de las empresas es rezagada. Esto configura un ejemplo de distanciamiento en la digitalización. Es decir, pocas empresas adoptan, pero las que adoptan lo hacen en un nivel avanzado. El caso de la química es diferente. Más de la mitad de las empresas de este sistema productivo se sitúa como empresa seguidora, algo que indica un proceso de adopción más homogéneo entre empresas.

Por último, el análisis de las etapas de digitalización se completa mediante la observación de la posible relación entre la etapa de digitalización y el nivel de la capacitación de la mano de obra (**Figura 9**). El indicador de capacitación relaciona a los trabajadores cualificados en habilidades STEM con el número total de trabajadores en una empresa. Este indicador fue construido para cada empresa en relación con la proporción media que registra el sistema productivo en el que opera la empresa. Las empresas fueron diferenciadas en cuatro cuartiles de distribución: el primero se corresponde con nivel “alto”; el segundo, “medio-alto”; el tercero, “medio-bajo”; y el cuarto, “bajo” nivel de capacitación.

La distribución de empresas por nivel de capacitación y etapas de adopción esperada de tecnologías digitales muestra que la capacitación no representa un diferencial entre las empresas rezagadas, tanto para Argentina como para Brasil. Es decir, entre las empresas rezagadas la distribución de valores de \overline{IDC}_N es bastante parecida. Sin embargo, en el grupo “Seguidores”, la distribución de valores del \overline{IDC}_N se concentra más en los niveles alto y medio-alto en el caso argentino. En el modelo brasileño, las diferencias de la distribución de valores del \overline{IDC}_N en el grupo de “Seguidores” son escasas, aunque parece observarse que el \overline{IDC}_N adquiere mayores valores en los niveles de capacitación alto y medio-alto. Finalmente, en el grupo “Líderes” es donde se ve más claro el posible efecto de la capacitación. En el caso de Brasil, los valores del \overline{IDC}_N se concentran en los cuartiles alto y medio-alto.

En síntesis, la asociación entre mayores niveles de capacitación de la mano de obra, no tiene una asociación clara con etapas progresivas de digitalización.

Figura 9
Argentina y Brasil: empresas líderes, seguidoras y rezagadas de acuerdo a la capacitación de la mano de obra: Argentina (empresas en naranja) y Brasil (empresas en azul)



Nota: El eje Y representa los cuatro niveles de capacitación y el eje X representa el IDC medio normalizado () seccionado por etapas de digitalización.
 Fuente: Elaboración propia basada en datos de la investigación I-2030 y Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA, 2018.



4/

Tecnologías digitales, empleo y habilidades

Por la naturaleza misma de las tecnologías digitales, la velocidad del cambio, los múltiples usos y la variabilidad posible de respuestas empresariales, no resulta fácil estimar las implicaciones de las soluciones digitales sobre el trabajo. En esta sección, se examina la postura de las empresas argentinas y brasileñas frente a dos temas: cantidad de empleo y perfil de habilidades necesarios para la digitalización, considerando las características estructurales de las empresas y los hallazgos previos sobre sus procesos de digitalización. Antes de ser presentados los resultados empíricos, en las próximas dos secciones se desplegará una breve reseña sobre estos dos temas.

4.1 · TECNOLOGÍAS DIGITALES Y EMPLEO

Al igual que en las revoluciones tecnológicas del pasado, también en el caso de la Industria 4.0, surgen líneas argumentales que apuntan al potencial de obsolescencia de gran parte de la fuerza de trabajo (Mokyr, Vickers & Ziebarth, 2015). Así, el “desempleo tecnológico” que preocupaba a Keynes (1930) podría convertirse, a mediano plazo, en realidad. El impacto cuantitativo efectivo de las tecnologías digitales en las ocupaciones y el empleo es un tema controvertido. Los estudios de Osborne y Frey (2013, 2017), altamente citados, estiman altas tasas de eliminación de ocupaciones debido a la automatización. Estudios con perspectivas todavía más “pesimistas”, como los de Brynjolfsson y McAfee (2011, 2014), 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 costes decrecientes estimularían un amplio proceso de sustitución del factor trabajo. En la misma línea, Jeffrey Sachs y Laurence Kotlikoff (2012) sugieren que las tecnologías digitales están ya reemplazando, no complementando, la mano de obra no cualificada. Si, además, tecnologías cada vez más inteligentes fuesen capaces de sustituir a trabajadores más cualificados, el impacto final sería la destrucción masiva de empleos.

En otra postura se hallan estudios como el de Autor, Dorn y Hanson (2015) que no encuentran evidencias de reducción de trabajos especializados en tareas rutinarias en los Estados Unidos. Gregory et al (2016) van más allá, documentando impactos positivos netos en la demanda de mano de obra en actividades rutinarias en regiones europeas, pues el cambio tecnológico también sería creador de este tipo de 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 (MGI, 2017). Los requisitos educativos actuales de las ocupaciones que tienden a crecer son más altos que los de los puestos de trabajo desplazados por la automatización (MGI, 2017). Por otro lado, si bien la polarización salarial podría exacerbarse en las economías avanzadas, los países en desarrollo tienden a beneficiarse de una creciente clase media, que tiende a contrarrestar este proceso. Para las economías emergentes, como China e India, habría indicios de que los empleos de salario medio crecerán rápidamente a medida que se desarrollen esas economías. El estudio de la CEPAL (2019) aplicó la metodología propuesta por Frey y Osborne a las economías latinoamericanas. Los resultados apuntan a que la sustitución tecnológica del trabajo tenderá a concentrarse en la viabilidad tecnológica de la automatización, dando lugar a un cierto determinismo tecnológico.

La sustitución/destrucción efectiva del factor trabajo en el nivel de la empresa dependería de dos tipos de causas: unas de orden tecnológico y otras de orden competitivo.

Las de orden tecnológico se refieren a las implicaciones de las nuevas relaciones capital/trabajo, derivadas de la mezcla de soluciones digitales adoptadas y de velocidad de adopción. El impacto de una nueva composición capital/trabajo depende de la proporción de tareas realizadas en una ocupación que puede automatizarse, de su importancia relativa en todas las tareas realizadas en esa ocupación y de la posibilidad de reconversión del perfil de cualificaciones preexistentes. Este último caso, contempla la posibilidad, al menos teóricamente, de que los trabajadores puedan adaptarse para realizar nuevas tareas a través de la recualificación para trabajos no rutinarios que son más difíciles de automatizar. Por su parte, la velocidad de adopción depende de la capacidad de innovación y adaptación tecnológica de la empresa, de la disponibilidad de trabajo cualificado necesario para la gestión eficiente de las nuevas tecnologías, del grado de desarrollo de infraestructuras y de la disponibilidad de insumos y servicios especializados vinculados a la adopción de tecnologías digitales.

Las causas de orden competitivo se refieren a la creación de empleo derivado del previsible crecimiento que la empresa busca al digitalizarse. Esto es, el crecimiento asociado a la competitividad adquirida. La sustitución del factor trabajo derivada de la adopción de tecnologías digitales, estará asociada a las posibilidades efectivas de reducir costos laborales, mediante la sustitución tecnológica, y a los aumentos reales de productividad y competitividad que proporciona la nueva tecnología.

El impacto del cambio tecnológico sobre la creación o eliminación de empleos vendrá determinado, esencialmente, por la interacción entre la adopción de tecnologías, la productividad y el crecimiento del producto. Asumiendo que existe una relación directa entre adopción de tecnologías digitales y aumento de productividad, aún falta saber de qué forma ese aumento de la productividad conducirá a aumentos de producción creadores de empleo.

Si el resultado del proceso de adopción de tecnologías digitales es un crecimiento del producto superior al de la productividad, la probabilidad de absorción de empleo será más alta que en el caso contrario, cuando el aumento de la productividad es superior al aumento del producto.

Sobre esta primera previsión, deben incluirse supuestos adicionales. La difusión tecnológica, en general, y la adopción de tecnologías digitales, en particular, no son procesos homogéneos. Suceden en contextos marcados por la diversidad y heterogeneidad de las capacidades empresariales y del timing de la adopción. Como consecuencia, las ganancias de productividad se repartirán también de forma heterogénea al menos en dos sentidos: (i) entre empresas dentro de la misma industria; y (ii) entre empresas de diferentes industrias que, por las singularidades de sus procesos productivos, aprovechan de forma diferenciada las oportunidades de la digitalización.

En el primer caso, el avance asimétrico de las ganancias de productividad tendrá efectos directos de carácter competitivo sobre el mercado. Si las empresas que lideran el proceso de adopción tecnológica, que serán previsiblemente las mejor capacitadas y más competitivas, registran aumentos de la producción por encima del aumento de la productividad, absorberán empleo. Empresas menos capacitadas o que llegan atrasadas al proceso de adopción, una vez perdidas las ventajas de ser los primeros en dar el salto, podrían no obtener aumentos de producción por encima del aumento de productividad, en cuyo caso serían destructoras netas de empleo. Así, la consecuencia de un proceso de adopción asimétrica de soluciones digitales resultaría en un proceso de fuerte selección competitiva, que penalizaría a las empresas con comportamientos más pasivos, y distanciaría a las empresas líderes de sus competidores. Si, además, el proceso de digitalización no lleva a una expansión de los mercados (por ejemplo, permitiendo la creación de nuevos productos, la entrada en nuevos mercados internos – por diversificación – o externos – por internacionalización), el resultado del efecto competitivo en un mercado nacional sería un aumento de la concentración derivada de la absorción, por parte de las líderes, de la parcela de producción de empresas que no consiguen sobrevivir al nuevo patrón de competencia. El efecto neto de este proceso de creación/destrucción podría llegar a ser la destrucción neta de empleos

en el sector. Como consecuencia, la diversidad y heterogeneidad, en lugar de ser mitigada, podría reproducirse o incluso ser reforzada.

Un último aspecto a ser considerado, en la relación a las especificidades de la digitalización en países en desarrollo: el papel del capital extranjero. Este aspecto significa asumir por hipótesis un escenario en este tipo de países donde la firma periférica adoptaría un comportamiento no-Schumpeteriano (seguidor o retardatario) en relación con el comportamiento Schumpeteriano de la firma del centro (multinacional). En este escenario, el liderazgo en la adopción podría concentrarse, mayormente, en empresas multinacionales extranjeras estimuladas a realizar un proceso de adopción más acelerado presionado por decisiones de la casa matriz. En este escenario, el efecto sobre la creación de empleo interno dependerá de hacia dónde estas empresas dirigen su producción. En el caso de una expansión de estas empresas hacia los mercados internos, el efecto competitivo sería el previsto anteriormente.

Si la expansión de la producción se dirige a mercados externos, la amenaza de salida de empresas de la competencia interna sería menor y su supervivencia en el mercado vendría determinada por las exigencias de la demanda interna.

Más allá del proceso competitivo, las relaciones entre empleo y progreso técnico también se pueden ver afectadas por la evolución del ciclo económico y por políticas públicas que afectan expectativas, y conductas de empresas y trabajadores.

Teniendo en cuenta los argumentos presentados, relacionados con la realidad heterogénea de los mercados laborales en Argentina y Brasil, se pueden destacar algunos puntos. La investigación evalúa la información de representantes cualificados de las empresas sobre el impacto en el empleo (aumento, estabilidad, reducción, o no se sabe) de la generación digital que podría ser adoptada en los próximos 5 a 10 años. Como indicador de adopción utilizamos tres indicadores: el grado de preparación, la generación de adopción prevista y el IDC.

4.2 · TECNOLOGÍAS DIGITALES Y HABILIDADES

Varios estudios asocian el proceso de digitalización con una revolución en las habilidades de los trabajadores. 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 manera natural y adaptativa.

De modo general, las habilidades se articulan a un cierto nivel de conocimiento, obtenidas a través de la educación formal, experiencia o formación que una persona debe tener para, al menos, ser considerado calificado para un trabajo. 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 ampliada hacia un modelo centrado en áreas STEAM, que también incluyen la cultura general y la educación artística (como se indica en la inclusión de la letra A en el acrónimo), o incluso en la dirección de un modelo 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). Este proceso se inclina a crear una especie de “carrera” para la educación y las habilidades, destacada en el análisis de Goldin y Katz (2009), que contrarresta la velocidad con la que se produce el cambio técnico y como se puede mejorar el capital humano.

Debido a la “revolución de las habilidades” vinculada a la digitalización, Levy y Murnane (2013) argumentan que el futuro del trabajo dependerá exclusivamente de las fuerzas cerebrales humanas, asociadas con la flexibilidad de procesar e integrar muchos tipos de información para realizar tareas complejas, comunicándolas a otros. 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 importancia. Estas funciones requieren nuevos tipos de habilidades sociales que rara vez se desarrollan a través de cursos técnicos formales. Generalmente se asocian a la noción de “habilidades blandas” relativas a cualidades interpersonales o intrapersonales necesarias para que el individuo interactúe y progrese profesionalmente.

En el campo más operativo, la incorporación generalizada de tecnologías digitales en procesos de producción impone nuevas demandas de 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, investigar información o comunicarse con colegas o clientes, y resolver múltiples problemas.

Teniendo en cuenta la variedad de tendencias asociadas con la noción de “revolución de las habilidades”, este estudio evaluó la importancia de los atributos relacionados con habilidades específicas alrededor de las siguientes cuestiones. ¿Serán relevantes habilidades de comunicación? ¿Y aquellas asociadas a tareas manuales? ¿Y las habilidades que induzcan la interacción hombre-máquina? ¿Habilidades de alta calificación en STEM serán importantes? Estos serán los temas por investigar.

4.3 · TECNOLOGÍAS DIGITALES, EMPLEO Y HABILIDADES EN ARGENTINA Y BRASIL: UNA INTRODUCCIÓN

Como ya se mencionó, la investigación de campo en Brasil y Argentina se llevó a cabo en diferentes momentos y es parte de una historia de investigación que comenzó en 2017 con la encuesta I-2027. Desde entonces, se han implementado algunas modificaciones en cuestionarios aplicados en diferentes países. La encuesta de 2018 en Argentina fue la primera en abordar los temas de empleo y habilidades.

Del cuestionario argentino se analizan dos preguntas. 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 persona-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 refiere al impacto esperado en los próximos cinco a diez años en la dotación de personal ante un escenario de digitalización de 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 investigación de campo 2019/2020 en Brasil incorporó estas cuestiones de forma similar, con algunas diferencias en la forma de interrogar. En la pregunta sobre implicaciones sobre el empleo, fue exactamente igual a la encuesta argentina. Por lo tanto, la comparación directa entre ambos países es posible. Ya para 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 la primera, segunda y tercera más importantes.

Cuando no estaban entre las tres más importantes, la disponibilidad de habilidad, por lo tanto, no fue considerada relevante. Por lo tanto, la comparación entre ambos países demanda un análisis diferente.

4.4 · ARGENTINA Y BRASIL: DIGITALIZACIÓN Y EMPLEO

El análisis comparado de los posibles impactos futuros de la digitalización sobre el empleo considera tres posibles cruces, de acuerdo con tres diferentes formas de las empresas para percibir su adopción de soluciones digitales:

- De acuerdo con el nivel de preparación para el futuro. Este nivel representa diferentes tipos de movilización acerca de la implementación futura de tecnologías digitales. En este sentido, se puede interpretar que, cuanto mayor es el nivel de preparación, mayor es el conocimiento de la firma tiene sobre la identificación de ventajas versus riesgos de la adopción, y del grado de compromiso de la empresa en la adopción de tecnologías.
- De acuerdo con la generación de adopción prevista para el futuro. La generación prevista representa una expectativa de adopción, la cual podrá o no materializarse. En este sentido, 'adopción prevista' representa el punto de llegada futura al que la empresa le gustaría dirigirse y, por lo tanto, puede expresar el valor que le da la empresa a la adopción de este tipo de tecnologías.
- De acuerdo con la etapa de digitalización. En la medida en que las etapas de digitalización se corresponden con específicos intervalos de valores del índice de digitalización IDC, ellas sintetizan la información relativa a los dos recortes anteriores. Es decir, ponderan la expectativa de adopción de la empresa por su grado de compromiso con la adopción y, en consecuencia, incorpora el grado de conocimiento acerca de los impactos y necesidades asociados a la misma. Además, el IDC considera el estado de adopción actual y, por lo tanto, el conocimiento para la valoración de posibles impactos de acuerdo con su experiencia actual.

El **Cuadro 12** muestra los resultados del primer cruce. Esto es, cuál es la percepción del impacto futuro sobre el empleo, de acuerdo al nivel de preparación en ambos países

Cuadro 12

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
Preparación	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
Preparación	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 concentrado en la percepción de neutralidad de impacto futuro de la digitalización sobre el empleo, para cualquier nivel de preparación. Las empresas argentinas sin disposición para la digitalización, al contrario de las brasileñas, prevén un impacto mayor de destrucción por sobre la creación, pero, sobre todo, consideran que las tecnologías digitales no tendrán efectos sobre el empleo. La elección de no hacer nada se relacionaría con la baja importancia dada por estas empresas a las tecnologías digitales 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 respuesta sobre la creación futura de empleo. Finalmente, dentro del grupo de empresas que se encuentran con proyectos de digitalización en ejecución, 2 de cada 3 reportan un impacto futuro neutro sobre el empleo. Por un lado, puede significar que la digitalización esté más asociada con una estrategia de preservación de su posición actual, más que de crecimiento. Por otro lado, la neutralidad puede significar un efecto neto previsto de creación-destrucción de empleo dentro de la firma.

En el caso brasileño, el mayor porcentaje de respuestas de las empresas con nivel nulo de preparación 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 un efecto neutro (31,4%) o incluso positivo sobre el empleo (25,7%). Entre las empresas que estudian o planean la adopción, las repuestas oscilan en dirección a la creación de empleo. Este cambio de dirección revela que una mayor disposición de las empresas a la digitalización, puede formar parte de su estrategia de negocios. Esto es, asociada a la confianza del impacto positivo que la digitalización tendrá sobre su crecimiento futuro. Finalmente, entre las empresas cuyo nivel de preparación es más avanzado (proyectos en ejecución), las respuestas se polarizan casi equitativamente, entre "creación" y "no sabe". La previsión de creación no se revela tan optimista como entre las empresas que realizan estudios o planes, algo que puede representar un mayor conocimiento sobre los problemas de adopción o sobre los riesgos asociados.

El **Cuadro 13** muestra los resultados en ambos países de percepción del impacto sobre el empleo, de acuerdo con la generación que la empresa espera adoptar a futuro. En este caso, expresan un orden de movilidad hacia adelante en el proceso de digitalización, dado que no hay previsión de las empresas en ninguno de los países, de estar en el futuro, en alguna generación digital más atrasada que la actual.

Cuadro 13

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.

En Brasil, las empresas que prevén estar en el futuro en G1 revelan un desconocimiento del impacto de lo que la digitalización significa sobre el empleo (46,7%) o un efecto neutro (28,6%) a futuro. Un 22,5% de este tipo de empresas prevé un impacto positivo sobre el empleo, lo que significa que, para ellas, la no-digitalización no tiene efectos relevantes sobre su sobrevivencia. En Argentina, la proyección para G1 en el futuro está asociada con una previsión de impacto neutra sobre el empleo. En este caso, la percepción de destrucción es superior a la de creación.

El grupo de empresas que esperan estar en G2 revelan, en el caso brasileño, una caída en el desconocimiento del impacto sobre el empleo, de un lado, y, de otro, un aumento de la percepción sobre la creación de empleo (49,7%) o sobre la neutralidad (35,6%). En Argentina, las empresas que prevén estar en G2 se caracterizan 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 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, sino también porque representan generaciones digitales más avanzadas y, por lo tanto, son empresas que apuestan por este tipo de tecnología como parte de su estrategia de negocios.

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%). 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 prevé un efecto neutro (25,6%). La falta de claridad acerca de los posibles impactos puede asociarse 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.

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

En conjunto, para ambos países, existiría una asociación clara entre generaciones digitales más avanzadas con una mayor percepción de creación futura de empleo. Esto es predecible teóricamente, por la relación entre estrategia de negocios y estrategia de digitalización. Sin embargo, la explicación para el fenómeno de percepción de neutralidad sobre el empleo, muy fuerte en Argentina, exige hipótesis adicionales sobre lo que teóricamente sería predecible. Algunas proposiciones para explorar son las siguientes:

- El proceso de difusión de tecnologías digitales es todavía incipiente en ambos países, pero más en Argentina que en Brasil. De esta forma, pocas empresas fueron ‘contagiadas’. 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 del panel en empresas pequeñas que además son, en este país, las que menos avanzan;
- 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 puede resultar, en el futuro en la creación de unos empleos y en la destrucción de otros. La neutralidad representa, en este caso, el resultado neto de ambos efectos.

El análisis de impacto sobre el empleo por etapa de adopción (líderes, seguidoras, rezagadas) permite una observación más consolidada. Debido a que la calificación de las empresas se basa en el IDC, es ponderada la expectativa de digitalización de acuerdo al grado de compromiso a futuro y su nivel actual de digitalización. En este sentido, la posición relativa de una empresa en el futuro será la posibilidad real de materialización de su expectativa de adopción de acuerdo con su preparación a futuro y la capacitación digital que determina su adopción actual. Esta información se presenta en el **Cuadro 14**

Cuadro 14

Argentina y Brasil: percepción de impacto sobre el empleo de acuerdo con la etapa de digitalización (en % de empresas)

ARGENTINA: ETAPA DE DIGITALIZACIÓN	LÍDERES	SEGUIDORES	REZAGADAS
Creación	22,2%	17,7%	6,8%
Neutro	51,9%	69,7%	76,3%
Destrucción	3,7%	10,8%	16,8%
No sabe	22,2%	1,7%	0,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%
BRASIL: ETAPA DE DIGITALIZACIÓN	LÍDERES	SEGUIDORES	REZAGADAS
Creación	61,2%	44,7%	32,9%
Neutro	16,9%	22,8%	34,1%
Destrucción	3,0%	5,8%	4,2%
No sabe	18,9%	26,6%	28,8%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

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

En Argentina, el grupo de líderes es muy reducido y los resultados observados están limitados por el escaso número de observaciones para poder concluir que los resultados sean definitivos. En este grupo, la previsión de impacto sobre el empleo es de neutralidad, aunque la propensión a prever un impacto positivo sobre el empleo (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, en relación a la estrategia de negocios a favor del crecimiento de estas empresas.

Entre las empresas seguidoras de Brasil, la previsión de creación de empleo es también la más importante (44,7%), aunque menos contundente que la relatada por los líderes. Por otro lado, una parte relativamente importante de este grupo prevé un impacto neutro o no consigue saber la dirección del impacto. Este mayor equilibrio en las previsiones se corresponde también con una amplia diversidad de situaciones contenidas en este grupo, lo que puede llevar a una divergencia más equilibrada en las percepciones de impacto sobre el empleo de acuerdo con diferentes grados de conocimiento sobre las implicaciones de la adopción. En Argentina, la previsión de neutralidad sobre el empleo aumenta en el grupo de seguidores (69,7%) respecto a la previsión de los líderes, así como el impacto de reducción es también menor (17,7%).

El grupo de rezagadas se caracteriza por empresas con niveles de adopción de generaciones digitales más antiguas, por una escasa expectativa de movilidad y por bajos niveles de preparación a futuro. Tienen un escaso contacto con la revolución digital, quizás, por una baja percepción de las oportunidades que ofrece, y las amenazas que implica el letargo tecnológico. En este grupo,

sorprende que un tercio de las empresas brasileñas considere que el impacto de estas tecnologías será el de creación de empleo. Si a la previsión de creación de empleo se suma la previsión de neutralidad, el resultado es que dos tercios de las empresas rezagadas consideran que el empleo no será afectado por la digitalización en el futuro. El caso argentino es un poco diferente en el sentido de que la neutralidad sobre el empleo adquiere, por si misma, un peso extraordinario (76,3%). Esto puede significar, por un lado, que no están dispuestas a invertir en la digitalización porque no encuentran una asociación al futuro de su empleo, o todavía no tienen claro por dónde va a evolucionar el empleo a futuro, frente a un tímido proceso de digitalización.

4.5 · ARGENTINA Y BRASIL: DIGITALIZACIÓN Y HABILIDADES

De la misma forma que en el apartado anterior, la evaluación de la importancia de diferentes habilidades para la digitalización se tratará de acuerdo con tres variables: (i) el nivel de preparación para el futuro de su proceso de digitalización, (ii) la generación pronosticada y (iii) la organización de las empresas argentinas y brasileñas de acuerdo con las etapas de digitalización. La relación entre el uso de tecnologías digitales y las habilidades requeridas para el personal empleado deberá interpretarse de manera algo diferente para cada país, dada la naturaleza de cada cuestionario. El primer análisis será la relación entre la importancia de las habilidades y el grado de disposición o preparación para lograr la adopción de tecnologías digitales. En el **Cuadro 15** a continuación, se muestra la relación para el caso argentino, considerando solo la proporción de empresas que respondieron muy importante o algo importante para las habilidades mencionadas.

Cuadro 15

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 persona-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	100% (n=1260)	100% (n=585)	100% (n=219)	100% (n=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 perfil de las empresas argentinas en términos de preparación ya fue analizado en la primera parte del informe, pero también se puede apreciar por el número de respuestas. La principal característica del panel argentino es que la gran mayoría no está haciendo nada o está apenas en las etapas iniciales de estudios para la adopción de tecnologías digitales. Asimismo, la distribución del grado de importancia de las habilidades entre los diferentes niveles de preparación parece homogénea, con un pequeño énfasis en la mayor participación de habilidades manuales en el grupo de empresas que no hacen nada de cara al futuro, en comparación con otros niveles de compromiso. Las habilidades asociadas con la interacción personas-máquinas, por otro lado, aumentan a medida que se consideran empresas que se encuentran en niveles más avanzados de preparación.

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 no eligieron ninguna habilidad como atributo relevante (**Cuadro 16**). Esta distinción entre estas dos categorías se debe a que la “no elección” tiene valor analítico. La pregunta en el ejemplo brasileño se parece a un ranking o un ordenamiento de opciones y, cuando la empresa decide no clasificar determinada habilidad, básicamente entiende que no gana en esa competencia.

Cuadro 16

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
Blandas	28,7%	29,8%	28,4%	29,0%
Interacción persona-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	100% (n=958)	100% (n=604)	100% (n=538)	100% (n=686)
TERCERA HABILIDAD MÁS IMPORTANTE Y HABILIDAD NO ELEGIDA				
HABILIDADES/PREPARACIÓN	NINGUNA ACCIÓN	ESTUDIANDO	PLANEANDO	EJECUTANDO
Blanda	21,3%	20,2%	21,6%	21,0%
Interacción persona-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	100% (n=958)	100% (n=604)	100% (n=538)	100% (n=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.

Como indica el **Cuadro 16**, las empresas brasileñas están proporcionalmente más avanzadas en términos de compromiso en adopción de tecnologías digitales. Este resultado trae, en parte, un cambio de perfil en cuanto a la importancia de contar con empleados con habilidades específicas. Es interesante advertir que, a medida que las empresas avancen hacia un mayor grado de preparación, las habilidades STEM y las habilidades que favorecen la interacción persona-máquina aumentan proporcionalmente. Por ejemplo, entre aquellas empresas en proceso de ejecución de planes, el 34,3% dijo que las habilidades STEM ocupan la primera o segunda posición en relevancia mientras que, para las empresas que no están haciendo nada, el porcentaje fue del 26%. Por el contrario, la disponibilidad de habilidades manuales ocupa proporcionalmente posiciones de mayor protagonismo para las empresas que no están haciendo nada (25,9% frente al 8,2% que está 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 personal con habilidades más sofisticadas como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas o aquellas que requieren conocimiento, diseño, adaptación y uso de nuevas tecnologías (interacción persona-computadora).

El **Cuadro 17** informa para Argentina, la relación entre la importancia de las diferentes habilidades y la generación digital esperada por las empresas para el futuro, considerando cada función organizacional. Como ya se expuso, considerar la futura generación digital como referencia de análisis dice mucho sobre la perspectiva de cambio que predice 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 más transversales y, por lo tanto, menos relacionadas con una función específica de la

empresa. Pero, por otro lado, existe una sutil tendencia a que las habilidades manuales sean más prevalentes para aquellas empresas que pretenden permanecer en G1 o adoptar la generación G2 en el futuro. Considerando el agregado de funciones, el 23,4% otorga proporcionalmente más importancia para las habilidades manuales, mientras que, para los que pretenden pasar a G3 o G4, esta proporción es del 19,3%. Por otro lado, las habilidades STEM tienden a ser más relevantes para aquellos que planean adoptar tecnologías en las generaciones G3 o G4.

Cuadro 17

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
Blandas	29,7	28,6	29,6	28,7	28,4	29,3	29,2	28,8
Interacción persona-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	100	100 (n=483)	100	100 (n=502)	100	100 (n=416)	100	100 (n=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.

Para el caso brasileño, al igual que la Argentina, las habilidades siguen siendo más transversales. No se encontró una distinción fuerte entre las tres funciones organizacionales. Según el **Cuadro 18**, tener trabajadores con habilidades STEM es proporcionalmente más importante para las empresas que pretenden estar en G3 o G4 en los próximos diez años. El 27,9% de las empresas dan preferencia a las habilidades STEM, mientras, que para los que apuntan a G1 o G2, esta proporción es del 19,3%. La misma conclusión es válida para las habilidades de interacción persona-máquina. Simétricamente, la disponibilidad de trabajadores con habilidades manuales no fue considerada relevante por las empresas brasileñas que pretenden avanzar hacia generaciones digitales superiores.

Cuadro 18

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

PRIMERA Y SEGUNDA MÁS IMPORTANTE								
	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 persona-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	100 (n=458)	100 (n=490)	100 (n=456)	100 (n=492)	100 (n=430)	100 (n=518)	100 (n=1344)	100 (n=1500)

TERCERA HABILIDAD MÁS IMPORTANTE Y HABILIDAD NO ELEGIDA								
	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 persona-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	100 (n=458)	100 (n=490)	100 (n=456)	100 (n=492)	100 (n=430)	100 (n=518)	100 (n=1344)	100 (n=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.

Finalmente, es necesario establecer la relación entre las competencias y las etapas de digitalización que diferencian las empresas entre líderes, seguidoras y rezagadas. Dado que la especificación de estos grupos tiene como referencia el IDC, que combina la generación actual, con el nivel de compromiso y la generación digital pretendida, es natural que las conclusiones sean convergentes con los resultados de las tablas anteriores.

Según el **Cuadro 19**, en Argentina los líderes predicen principalmente que la digitalización vendrá con la necesidad de trabajadores con habilidades blandas y de interacción persona-máquina (81,8%). En cambio, la proporción de habilidades 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 una menor digitalización.

Cuadro 19

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

HABILIDADES/ETAPA	LÍDERES	SEGUIDORES	REZAGADAS
Blandas	40,9%	27,7%	28,9%
Interacción persona-máquina	40,9%	28,1%	27,3%
STEM	13,6%	25,1%	21,0%
Manuales	4,5%	19,1%	22,8%
Total	100% (n=22)	100% (n=267)	100% (n=501)

Nota: El "n" representa la suma de respuestas "muy importante" y "algo importante" según la etapa de digitalización de las empresas.

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

El **Cuadro 20** a continuación representa la relación de las habilidades con los pasos de digitalización para el caso de Brasil. Aunque la pregunta entre ambos países es diferente, es posible establecer cierto paralelismo entre las encuestas.

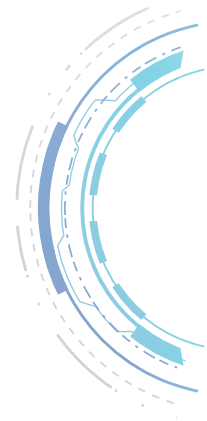
La disponibilidad de trabajadores con competencias STEM se considera la habilidad más relevante para las empresas líderes (la proporción es del 31,3%). Esta importancia aumenta a medida que la empresa pasa a ser líder, y exhibe una asociación más directa de utilidad de las habilidades STEM para las empresas más cerca de la frontera tecnológica digital. Las empresas seguidoras, por otro lado, creen que tener habilidades de interacción persona-computadora a su disposición es lo que las llevará a acercarse a los líderes. Además, al igual que en el escenario argentino, las habilidades manuales son a menudo ignoradas principalmente por empresas líderes y seguidoras.

Cuadro 20

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

PRIMERA Y SEGUNDA MÁS IMPORTANTE			
HABILIDADES/ETAPA	LÍDERES	SEGUIDORES	REZAGADAS
Blandas	26,1%	31,0%	27,8%
Interacción persona-máquina	29,9%	34,0%	27,4%
STEM	31,3%	25,8%	20,0%
Manuales	12,7%	9,2%	24,9%
Total	100% (n=134)	100% (n=368)	100% (n=446)
TERCERA HABILIDAD MÁS IMPORTANTE Y HABILIDAD NO ELEGIDA			
HABILIDADES/ETAPA	LÍDERES	SEGUIDORES	REZAGADAS
Blandas	23,9%	19,0%	22,2%
Interacción persona-máquina	20,1%	16,0%	22,6%
STEM	18,7%	24,2%	30,0%
Manuales	37,3%	40,8%	25,1%
Total	100% (n=134)	100% (n=368)	100% (n=446)

Nota: El "n" representa la suma de las respuestas para cada etapa de digitalización considerando las tres funciones empresariales.
Fuente: Elaboración propia basada en datos de la Encuesta I-2030.





Conclusiones

Los resultados de este estudio agregan valor en dos sentidos: como un llamado a la reflexión tanto para las empresas (que se reconozcan en los perfiles aquí identificados), como para el diseño de políticas públicas. Quizás, las lecciones más interesantes de este análisis sean las cuestiones que se pueden derivar de aquí y profundizarse en ejercicios futuros.

Del análisis descriptivo, se verifica hoy un porcentaje bajo de empresas en G4 para ambos países (Brasil con 5,8% y Argentina con 1,8%). El 87% de las empresas argentinas está en generaciones digitales G1 o G2, mientras que en Brasil esta participación es de aproximadamente el 68%.

La perspectiva a futuro es de avance. Las empresas de ambos países son considerablemente optimistas sobre su posición en el uso de las tecnologías digitales. Argentina es la que más creería en este movimiento, ya que el 20,5% indica que estará en G4 en el futuro, mientras que la proporción en el caso del Brasil es del 17,1%. Aun así, más del 40% todavía se ve en la 1ª o 2ª generaciones en los próximos años.

Los tres recortes estructurales analizados fueron sistema productivo, tamaño y capacitación de la fuerza de trabajo. En Brasil, las empresas más dinámicas provienen del rubro automotriz e insumos básicos; en la Argentina de la química y, en menor medida, de las agroindustrias, bienes de consumo y bienes de capital. En los dos países, las empresas de mayor tamaño tienden a presentar más disposición a avanzar; las de menor porte están más retrasadas. En tercer lugar, tanto en Argentina como en Brasil, empresas con mayor nivel de formación están en un nivel de digitalización más avanzado relativamente a sus pares con un nivel de capacitación más bajo.

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 grandes. Para la Argentina, no se observa este movimiento: más de dos tercios de las empresas que pretenden estar en G3 o G4 en el futuro no hacen nada o aún están con planes iniciales. Sólo el 11,3% de las empresas argentinas tiene mayores niveles de preparación.

El Índice de Digitalización Condicionado informa que los niveles de digitalización esperados para los próximos años deberían ser superiores en Brasil que en Argentina, tanto por funciones como entre empresas de diferente tamaño (en media) como entre sistemas productivos. Debido al efecto de desplazamiento de la frontera en el futuro y dado que gran parte de las empresas son rezagadas (47,0 % en Brasil y 64% en Argentina), el avance de la digitalización respecto de la frontera es muy limitado en Brasil mientras que, en Argentina, el resultado esperado es de distanciamiento respecto de la frontera. En términos comparados, para el mismo nivel de digitalización actual, las empresas argentinas, a pesar de llegar a niveles de digitalización menores que los de Brasil en el futuro, tienden a avanzar más, o bien, alcanzan niveles de adopción semejantes a los de las brasileñas, partiendo de situaciones iniciales relativamente inferiores.

En lo referente a las etapas de digitalización, Brasil presenta un desempeño claramente mejor que el argentino, no sólo por colocar a una proporción mayor de empresas en la posición de liderazgo, sino también porque habrá en el futuro un número mayor de empresas brasileñas que conseguirán

hacer un salto tecnológico también mayor. Es decir, llegar a posiciones de liderazgo a partir de situaciones relativamente más atrasadas.

El proceso de digitalización más avanzado en Brasil significa también un mayor grado de heterogeneidad digital que en Argentina. Sin embargo, considerando que el retroceso previsto para Argentina se debe a una actitud más pasiva en el conjunto de las empresas menores de 100 empleados, es posible que la heterogeneidad digital en Argentina crezca más que en Brasil. En otras palabras, 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 estructural existente.

En relación al empleo y la demanda de habilidades, el impacto percibido de la digitalización sobre el empleo varía de acuerdo a 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 empresas líderes en el proceso de digitalización prevén que la digitalización requerirá trabajadores con habilidades blandas y habilidades de interacción persona-máquina. Dos contrastes interesantes: mientras en Brasil las empresas líderes resaltan la disponibilidad de trabajadores con competencias STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), las argentinas rezagadas indican la importancia de habilidades manuales asociadas a tareas repetitivas.

En Argentina, el proceso de difusión de tecnologías digitales es más incipiente que en Brasil. De este modo, las empresas 'no contagiadas' no conciben la no-adopción como una amenaza y el efecto previsto sobre el empleo, para ellas, es neutro. Las empresas que fueron 'contagiadas' y conocen en algún grado las oportunidades y fortalezas de este tipo de tecnologías, consideran que la adopción significa paralelamente creación de empleos y destrucción de otros. La neutralidad representaría, en este caso, el resultado neto de ambos efectos.

Las empresas brasileñas entienden que, prepararse para un cambio hacia generaciones digitales superiores, requiere el acceso a personal con habilidades más sofisticadas o aquellas que requieren conocimiento, diseño, adaptación y uso de nuevas tecnologías (interacción persona-computadora). Las empresas líderes en el proceso de digitalización predicen que la digitalización demandará trabajadores con habilidades blandas y habilidades de interacción persona-computadora. En Brasil, la disponibilidad de trabajadores con competencias STEM se considera la más relevante para las empresas y esta importancia aumenta a medida que la empresa pasa a ser líder. En cambio, las empresas argentinas atrasadas tienen una mayor proporción de habilidades manuales en comparación con el resto de las categorías. Esto demuestra que las competencias asociadas a tareas más repetitivas van acompañadas de una menor absorción de la digitalización como práctica empresarial.

En resumen, la digitalización es un proceso de transformación de modelos de negocio, factores clave de éxito competitivo, patrones de competencia e incluso estructuras de mercado. Las similitudes y diferencias entre empresas argentinas y brasileñas llaman la atención y demandan reflexiones profundas. Desde el punto de vista de las estrategias empresariales y políticas públicas, estas similitudes y diferencias en etapas de desarrollo abren por lo menos dos grupos de cuestiones relevantes.

En primer lugar, la perspectiva es de avance, principalmente entre las grandes empresas industriales de ambos países. Sin embargo, un subconjunto de este grupo todavía está en las primeras generaciones digitales y/o no se prepara para ascender a generaciones más avanzadas en el futuro. Este resultado es inusitado. Se supone que el grupo de empresas más grandes sería capaz de movilizar la formación, al menos desde una perspectiva de disponibilidad de recursos frente

a las empresas más pequeñas. No es así. ¿Cuáles son las implicaciones de estas diferencias entre empresas de gran tamaño?

En segundo lugar, la heterogeneidad digital es una marca en las industrias de ambos países y esta heterogeneidad puede acentuarse a futuro. Si hay diferencias entre empresas más y menos avanzadas, ¿pueden crecer las distancias entre estas? Es decir, si la adopción de soluciones digitales diferencia a las empresas y resulta en ventajas competitivas, ¿se ampliarán las diferencias de digitalización de las empresas rezagadas? En ese caso, las diferencias entre empresas pueden hasta disminuir, pero como resultado de un proceso de exclusión digital y competitiva, con la consecuente desaparición de empresas. Por otro lado, si el acceso y la adopción de soluciones digitales se generaliza, ¿se abrirán oportunidades para las “rezagadas”? ¿Las diferencias entre empresas pueden caer como resultado de un proceso de inclusión digital y competitiva? ¿Qué tan difícil es llevar a cabo procesos de actualización, especialmente si requieren movilizar recursos para desarrollar las habilidades necesarias? ¿Hay soluciones digitales disponibles? ¿A qué costos?

Los resultados hallados aquí 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. Como punto de partida, vale la pena profundizar si, efectivamente, la adopción de soluciones digitales diferencia a las empresas y resulta en mayores ventajas competitivas. También investigar si, en la medida en que el acceso y la adopción de soluciones digitales se generalicen, se abren oportunidades para las empresas rezagadas. Esta posibilidad requiere investigar, a su vez, qué tan difícil es llevar a cabo procesos de actualización, con el fin de determinar y evaluar los riesgos y recompensas de la movilización de recursos para desarrollar las soluciones y habilidades necesarias de cara al ineludible reto 4.0 del futuro.





Referencias

- 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.raceagainsthemachine.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. Disponible en: <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.
- 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
- 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. Campinas: Papirus.
- DAUGHERTY, P. R., WILSON, H. J. (2018). Human + machine: reimagining work in the age of AI. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press.
- AUTOR, D., DORN, D., HANSON, G. (2015). Untangling trade and technology: Evidence from local labour markets. Economic Journal, 125(584): 621–646.
- 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., KATZ, L. (2009) *The Race Between Education and Technology*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 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 et al. (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.
- LEVY, F. AND MURNANE, R. (2013). *Dancing with Robots: Human Skills for Computerized Work*. Third Way Think Tank Report, June 2013, <http://content.thirdway.org/publications/714/Dancing-With-Robots.pdf>
- MAHAJAN, V.; PETERSON, R. A. (1985). *Models for Innovation Diffusion*. Thousand Oaks: Sage.
- MARYLAND. (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, 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*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264271036-en>
- OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2020). *A roadmap toward a common framework for measuring the Digital Economy*. Report for the G20 Digital Economy Task Force, Saudi Arabia. Paris: OECD Publishing.
- OKS, S. J.; FRITZSCHE, A., LEHMANN, C. (2016). The digitalisation of industry from a strategic perspective. In: *R&D MANAGEMENT CONFERENCE 2016 "FROM 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.
- SACHS, J. D., KOTLIKOFF L. J. (2012). *Smart Machines, Long Term Misery*. NBER Working Paper, n. 18629, Dec. 2012. http://www.nber.org/papers/w18629.pdf?new_window=1
- 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.



Apéndice

Índice de Digitalización Condicionado (IDC_i)

A1. LA BASE TEÓRICA

La formulación del indicador IDC se inspiró en el modelo de difusión seminal de Mahajan y Peterson (1985) con fuerte influencia de los modelos de difusión epidemiológica en los que, de manera simplificada, la tasa de difusión en el tiempo $[dN(t)/dt]$ se puede estimar utilizando la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dN(t)}{dt} = g(t)[\bar{N} - N(t)]$$

Donde $N(t)$ es el número acumulado de adoptantes en el periodo t ; \bar{N} es el número total de adoptantes potenciales del sistema social en el tiempo; y $g(t)$ es el coeficiente de difusión.

El coeficiente de difusión se define como un índice que incorpora aspectos de influencia externa dada por los agentes que adoptan a lo largo de proceso de difusión y de la influencia interna, dada por la interacción social entre adoptadores reales y potenciales. Así como la actitud tomada frente a la nueva información (modelo de difusión por imitación en sentido puro) y de la influencia mixta, que combina ambos.

En cuanto a la influencia interna, las hipótesis sobre la actitud de los usuarios serían consistentes con las utilizadas por los modelos estándar o probit, ya desarrollados por Mansfield y Griliches en la década de 1960. En estos modelos la adopción es el resultado de una toma de decisiones racional que tendría en cuenta la rentabilidad de la innovación; el valor de la inversión; expectativas tecnológicas; canales de comunicación entre los primeros adoptantes y los seguidores, ya que estos pueden ser fundamentales en el proceso de aprendizaje; el tamaño de la empresa, que puede ser decisivo si la adopción implica grandes inversiones; y los llamados “costes de cambio” o (switch costs) que incluirían los costes de oportunidad de adoptar.

Los modelos Schumpeterianos, por otro lado, parten de algunas críticas a los modelos tradicionales (GEROSKI, 2000). Específicamente, son:

- La artificialidad del cálculo ex ante de la rentabilidad esperada al considerar aspectos no económicos;
- El cuestionamiento del supuesto de racionalidad sobre la base del comportamiento racional y de la información imperfecta de algunos adoptantes;
- La poca consideración dada al cambio del entorno económico y de la innovación en sí durante el proceso de adopción;
- La importancia de los factores de oferta (rentabilidad del oferente) y cómo influye el ritmo de las futuras innovaciones para los oferentes y demandantes (por ejemplo, la difusión de los ordenadores cuando su uso se extendió a empresas y familias).

El enfoque Schumpeteriano se centra en tecnologías disruptivas con altos ritmos de difusión, como en el caso de las tecnologías de la información y la comunicación, que influyen en una amplia variedad de procesos y productos. Específicamente, se trataría de tecnologías que representan cambios

en el paradigma tecnoeconómico que implican cambio estructural. En este enfoque, cualquier modelo de difusión debe tener en cuenta los cambios en precios y cualidades, habilidades, etc. que tienen lugar durante el período de difusión, así como otros factores del entorno económico y tecnológico relacionados con la complejidad y el grado de codificación del conocimiento. Otros elementos a considerar son el grado de acumulación tecnológica del adoptante; el proceso de toma de decisiones de la empresa; los procesos de verificación y evaluación de la empresa; las interdependencias entre innovaciones; los cambios en la población de adoptantes durante el período de difusión; y la interacción entre adoptantes.

En resumen, tres factores definen el ritmo de la difusión tecnológica. El primero son los bajos costos de adopción o con tendencia decreciente. El segundo, la disponibilidad ilimitada de suministros durante largos períodos (por ejemplo, maquinaria, equipo, software, Internet, servicios especializados, etc.). Es decir, el adoptante debe tener la expectativa de que habrá un fuerte crecimiento en el suministro de bienes y servicios que componen la tecnología y que permanecerá a largo plazo. El tercero, si la tecnología tiene un marcado carácter estructural, debe representar un claro potencial de aplicación a un gran número de procesos y productos.

A2. LA ELABORACIÓN DEL ÍNDICE DE DIGITALIZACIÓN CONDICIONADO (IDC)

Las encuestas brasileña y argentina tienen como objetivo evaluar la adopción actual y trazar una perspectiva acerca de la incorporación de soluciones digitales de empresas industriales en los próximos 5 a 10 años. Ninguna de las encuestas contiene información para estudiar la racionalidad de la elección de la tecnología, como sería el caso de los datos sobre los costos de adopción, el valor de las inversiones, los precios relativos de las tecnologías o la rentabilidad de elección. En su lugar, ambas encuestas incorporan aspectos estructurales y estratégicos como el tamaño (número de empleados); la adopción actual y prevista; las habilidades y habilidades del factor de trabajo, etc.

Sobre la base de este tipo de información, el IDC fue diseñado como indicador capaz de sintetizar las percepciones de las empresas sobre la digitalización en 2030. El indicador utiliza tres informaciones contenidas en la encuesta I-2030 para generar el IDC: (i) la generación digital en la que hoy está la firma; (ii) la generación digital pronosticada por la firma en 2030; (iii) el esfuerzo actual desarrollado en la implementación de procesos para alcanzar su objetivo, es decir, su grado de disposición o preparación.

La generación digital actual (G_{ik}^0) esperada (G_i^F)

Las cuestiones relativas a la digitalización diferencian tres campos de aplicación de las soluciones digitales: (i) relación con proveedores; (ii) gestión de producción; (iii) relación con el cliente. Las empresas indicaron cuál de las descripciones de 4 posibles generaciones digitales se ajusta mejor a las prácticas para realizar la mayoría de las rutinas de cada función.

Hay cuatro posibles respuestas. Cada respuesta describe jerárquicamente, en orden creciente de complejidad y modernización, una generación digital. Cada generación representa un sistema de soluciones o, un conjunto de especificidades técnicas en términos de artefactos, rutinas (productivas y organizativas), heurísticas de conocimiento (problemas y soluciones) y funcionalidades o posibilidades de aplicación (ver Cuadro A1). La respuesta de las empresas a esta pregunta abre una variable denominada generación actual (G_{ik}^0) , donde i representa la generación y k la función relacionada (Cuadro A1). Para obtener una comparabilidad mejor, esta variable fue normalizada por su valor máximo ($v_{max} = 13$).

$$G_{ik_N}^0 = \frac{G_{ik}^0}{v_{max}}$$

Se llama índice de adopción actual (IAA) al valor medio de las generaciones adoptadas por la empresa hoy en día en cada una de las tres funciones,

$$IAA_j = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 G_{ik,N}^0$$

Cuadro A1

Valores atribuidos a las variables relativas a las generaciones actual (G_i^0) y prevista por las empresas (G_i^F)

RELACIÓN CON PROVEEDORES	G_{ik}^0	G_{ik}^F
1 · Transmisión manual de pedidos: uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares	3	3
2 · Transmisión electrónica de pedidos: uso de IED (Intercambio Electrónico de Datos) y similares	5	5
3 · Soporte informatizado de procesos de compra, inventarios y pagos: uso de portales de compras y relaciones, catálogos electrónicos, ERP para la integración de la gestión de proveedores y similares	8	8
4 · Monitoreo en tiempo real de pedidos y logística de proveedores: uso de servicios web, con soporte de Inteligencia Artificial y uso de Big Data Analytics	13	13
GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN		
1 · Automatización simple (rígida) con máquinas no conectadas, es decir, utiliza máquinas que funcionan de forma aislada, como CNC (Computer numerical Numerical Control) y máquinas similares.	3	3
2 · Proceso parcial o totalmente automatizado, es decir, utiliza CPL (Controlador Programable Lógico), Robots y similares.	5	5
3 · Sistemas integrados de ejecución de procesos, es decir, supervisa conjuntamente las órdenes y actividades realizadas, así como el flujo de materiales, ejemplificado por el uso de MES (Manufacturing Execution System); AGV (Vehículos Guiados Automáticamente); Identificación unitaria de productos (RFID, código QR, etc.); Control de la producción en un medio totalmente electrónico ("sin papel"); dispositivos móviles en el control de producción y similares	8	8
4 · M2M Communication (Machine- Machine), es decir, gestiona dinámicamente el sistema de producción en tiempo real con la posibilidad de intercambiar información entre máquinas y entre máquinas y componentes, a través, por ejemplo, del uso de modelos digitales individuales de productos (gemelos digitales); Sensores con recopilación de datos y ajustes en tiempo real; Comunicación M2M; Robots colaborativos; GPS indoor; Realidad aumentada; Fabricación aditiva para componentes finales y similares con soporte de Inteligencia Artificial y uso de Big Data Analytics.	13	13
RELACIONAMIENTO CON CLIENTES		
1 · Ejecución manual de contactos y registros: por ejemplo, el uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares	3	3
2 · Automatización de la fuerza de ventas con el uso de bases de datos de clientes, es decir, registro de contactos y acciones; procesos de ventas), como CRM (Customer Relationship Management) y similares.	5	5
3 · Sistema de integración y soporte basado en Internet, con integración de canales web; soporte para la fuerza de ventas con dispositivos móviles; integración con las redes sociales; soporte para el análisis de datos), ejemplificado por el uso de CRM integrado para múltiples canales; dispositivos móviles; Análisis de datos y similares.	8	8
4 · Seguimiento y gestión del ciclo de vida del cliente a través de dispositivos conectados para la recopilación y análisis de datos sobre el uso de productos y servicios, como el uso de sensores para la recopilación de datos de productos/servicios; Productos/servicios conectados a Internet; Análisis y oferta de servicios con soporte de Inteligencia Artificial y uso de Big Data Analytics.	13	13

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, las encuestas preguntan a la empresa cuál es la mejor descripción para el tipo de solución que utilizaría en un futuro próximo (entre 5 y 10 años) en cada una de las funciones contempladas. La respuesta a esta pregunta genera una segunda variable llamada generación esperada (G_i^F).

Dada la especificidad técnica de cada generación y el carácter disruptivo de cada generación con respecto a la jerarquía anterior, las variables “generación” reflejan un grado de acumulación tecnológica digital. Esta interpretación de las preguntas del cuestionario determina la forma en que se asignaron los valores numéricos a las variables. Para cada generación, se aplicó un número según una escala no lineal. Para ello, se eligió la secuencia de Fibonacci, en la que cada número es la suma de los dos anteriores⁶.

La no linealidad de las variables tiene dos significados. En primer lugar, las variables incorporan diferenciales numéricos progresivos entre generaciones consonantes con los diferenciales tecnológicos que las diferencian, lo que permite distanciar a las empresas más proactivas (en términos de adopción de tecnologías digitales) de las más pasivas. La segunda implicación es que las empresas más avanzadas en adopción hoy serán más propensas a estar en generaciones avanzadas en el futuro, porque ya tienen un nivel relativamente avanzado de acumulación tecnológica.

La disposición o preparación (ρ_{ik})

Las encuestas siguen preguntando a la empresa cuál sería la opción que mejor describa el tipo de acción que la firma toma hoy para la viabilidad de sus futuros planes de adopción: (i) ninguna acción; (ii) realizar estudios previos; (iii) la preparación de planes de acción formales; (iv) proyectos en ejecución (Cuadro A2). Esta pregunta permite elaborar una variable para medir la disposición o la “preparación” (ρ_{ik}) de la firma en términos de realizar su expectativa en un futuro próximo, a través de acciones específicas, donde i representa el tipo de acción y k representa la función asociada con dicha acción.

Cuadro A2
Valores previstos para ‘disposición’

1 · No está realizando ninguna acción	0
2 · Está realizando estudios iniciales o experiencias piloto con el objetivo de reunir informaciones únicamente	0,3
3 · Elabora o posee planes de acción formales / proyectos aprobados, pero no iniciados, o ya ejecuta iniciativas puntuales	0,8
4 · Posee planes de acción formales/proyectos en ejecución con presupuesto y cronograma definidos	1

Fonte: Elaboración propia

La variable ‘preparación’ monitorea la credibilidad acerca de la expectativa de la empresa sobre la generación que espera adoptar en el futuro y, en este sentido, actúa como un ponderador. Por lo tanto, los valores asignados varían entre 0 y 1 dando un mayor peso a la hipótesis de que habrá saltos cualificados para niveles expresivos de esfuerzo. Una vez más, se introducen valores no lineales para sopesar el esfuerzo, dando valores proporcionalmente más altos a aquellas acciones que representan una probabilidad mayor a la generación esperada por la empresa de que se materialice.

⁶ (0,1,1,2,3,5,8,13). Fueron escogidos valores a partir de 3 {G1=3; G2=5; G3=8; G4=13} para evitar la linealidad inicial de la secuencia.

El índice de digitalización condicionado (IDC)

Para cada una de las funciones consideradas, el IDC se define como:

$$IDC_i = \begin{cases} se\ G_i^F > G_i^0 \rightarrow G_i^0 + G_i^0 \rho \varphi \\ se\ G_i^F = G_i^0 \rightarrow G_i^0 + G_i^0 \rho \delta \end{cases}$$

El IDC se define, por tanto, como un indicador del estado de adopción de tecnologías digitales pronosticado para el futuro, añadiendo a la situación actual una tasa de variación, resultado de la interacción entre el diferencial entre la generación esperada por la empresa y (φ) y la disposición (ρ_{ik}) .

El valor del parámetro que mide el diferencial entre la generación esperada y la generación actual siempre debe ser positivo, ya que no se contempla pasos atrás en el camino de la adopción. Además, el valor del parámetro debe tener en cuenta hipótesis adicionales sobre la viabilidad de la previsión reportada por la empresa teniendo en cuenta los saltos tecnológicos entre generaciones. Por lo tanto, los cambios de generación esperados son viables siempre que son continuos (del tipo $G_{i,1}^0 G_{i,2}^F$; $G_{i,2}^0 G_{i,3}^F$; $G_{i,3}^0 G_{i,4}^F$), dando valor para $\varphi = 0,6$, que es, aproximadamente, la tasa de variación entre dos elementos consecutivos de la secuencia de Fibonacci.

Para los casos de cambios de generación discontinua, los valores de (φ) resultan del agregado de distancias de los saltos continuos, siendo estos valores inferiores a los necesarios para que una empresa alcance la generación esperada, según la secuencia de Fibonacci. Como consecuencia de este criterio, la situación esperada por una empresa que implica discontinuidad entre generaciones nunca será posible. El argumento que apoya este criterio es la acumulación tecnológica. Para el IDC, se considera que un salto tecnológico discontinuo con niveles máximos de disposición no será factible, porque la empresa no será capaz de absorber las habilidades técnicas o introducir rutinas productivas y los sistemas organizativos necesarios están asociados a este tipo de tecnologías complejas y sistémicas, durante un período de 5-10 años. Es decir, en ese plazo, las empresas no tendrán tiempo de obtener el nivel de acumulación y capacitación tecnológica que hagan posible su previsión.

Según la especificación del índice, si la empresa informa que no está realizando ninguna acción $[\rho = 0]$, el segundo término del IDC se anula y, en el futuro, la empresa estará en la misma generación donde se encuentra hoy, incluso habiendo informado de una expectativa positiva del avance digital $G_i^F = G_i^0$ y, como consecuencia, un valor de (φ) (Cuadro A3).

Cuadro A3
Valores asignados a los cambios de generación previstos

(φ)					TASA DE VARIACIÓN ENTRE ELEMENTOS DE LA SECUENCIA DE FIBONACCI			
	$G_{i,1}^F$	$G_{i,2}^F$	$G_{i,3}^F$	$G_{i,4}^F$	$G_{1,k}^F = 3$	$G_{2,k}^F = 5$	$G_{3,k}^F = 8$	$G_{4,k}^F = 13$
$G_{i,1}^0$	0	0,6	1,2	1,8	0	0,667	1,667	3,333
$G_{i,2}^0$		0	0,6	1,2		0	0,6	1,6
$G_{i,3}^0$			0	0,6			0	0,625
$G_{i,4}^0$				0				0

Fuente: Elaboración propia.

En carácter general, debería existir una cierta asociación entre ρ y φ . Es decir, cabe esperar que las empresas que proyectan dar un salto digital mayor, también emprendan mayores acciones para lograrlo. Sin embargo, puede haber situaciones en las que la firma no espera cambiar su situación en el futuro (debido a factores exógenos no registrados en la encuesta), pero que informa de la realización de acciones para ampliar su adopción de soluciones digitales. En este caso, habría un valor de preparación positivo [$\rho > 0$], pero un valor nulo para el parámetro que mide el salto de generación [$\varphi = 0$] dado que $G_i^F = G_i^0$. En tales casos, el IDC recoge positivamente la información reportada sobre disposición, pero aplicando una tasa de descuento del futuro δ que incorpora el pesimismo reportado por la empresa sobre la inmovilidad en la generación esperada. La tasa de descuento del futuro es mayor cuanto menor sea el esfuerzo reportado en la acción (Cuadro A4).

Cuadro A4
Valores previstos para el factor de descuento

1 · No está realizando ninguna acción	0,99
2 · Está realizando estudios iniciales o experiencias piloto buscando únicamente reunir informaciones	0,95
3 · Elabora o posee plan de acción formal y/o proyectos aprobados, pero no iniciados o están en curso iniciativas puntuales	0,90
4 · Posee plan de acción formal y proyectos en ejecución con presupuesto y cronograma definidos	0,80

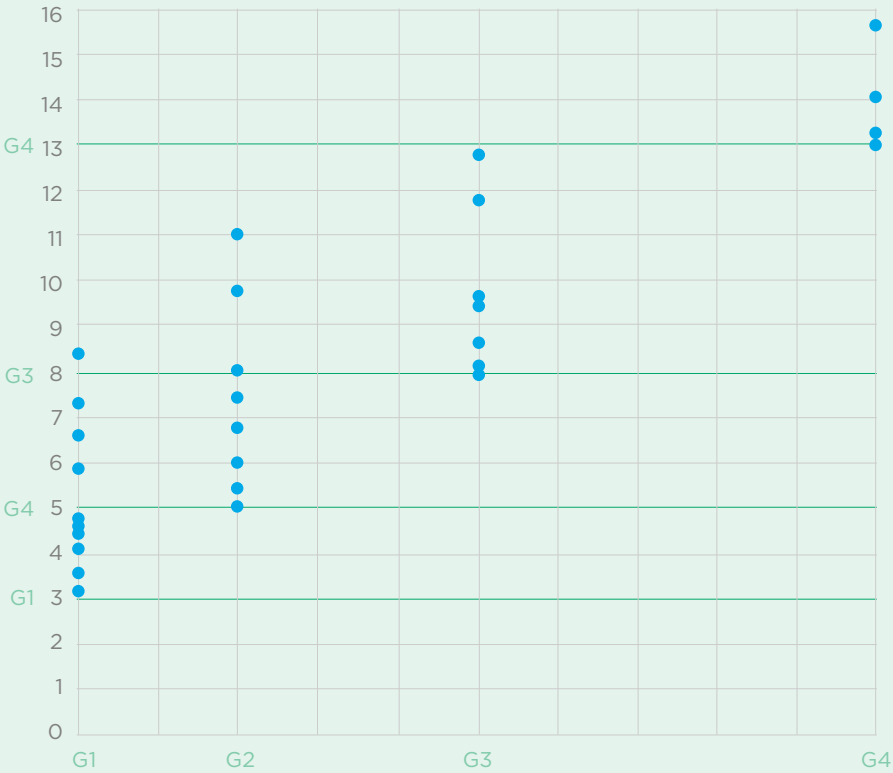
Fuente: Elaboración propia.

Por último, el IDC calculado por función se puede agregar con el fin de obtener un único valor del nivel de adopción de soluciones digitales en el que la empresa estará en el medio plazo. Por lo tanto, el valor medio normalizado del IDC ($IDC_{i,N}$) se calcula como la media simple entre los IDCs normalizados para cada una de las tres funciones con $v_{max} = 15,60$:

$$IDC_{i,N} = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 \frac{IDC_{ik}}{v_{max}}$$

La Figura A1 representa la distribución de los posibles valores de IDC en relación con la situación actual. Por ejemplo, el avance digital proyectado para una generación actual $G_{i,1}^0$, generación esperada $G_{i,4}^F$ y máximo nivel de disposición, sería de $G_{i,3}^F$. Para niveles de adopción actual en $G_{i,2}^0$ y con planes en ejecución, la mejor situación prevista para el futuro con el IDC es un estado intermedio entre $G_{i,3}^F$ y $G_{i,4}^F$. Ya para una generación actual $G_{i,3}^0$ con expectativa futura de encontrarse en $G_{i,4}^F$ y con máximo nivel de disposición, el IDC prevé que la empresa se situaría prácticamente en el nivel que espera. Esta es una forma de observar cómo funciona el indicador considerando la hipótesis de acumulación. La posibilidad de acercarse a la frontera viene fuertemente determinada por el nivel de adopción digital en el que la se encuentra hoy.

Figura A1
Distribución de los valores del IDC (ordenadas) con relación a la generación actual (abscisas)



Nota: las líneas em rojo indican los valores relativos a la generación esperada.
Fuente: Elaboración propia.

