Organización Internacional del Trabajo | CINTERFOR

Digitalización, productividad y empleo: elementos para pensar la formación profesional en América Latina

Gabriel Burdín

Copyright © Organización Internacional del Trabajo (OIT/Cinterfor) 2022

Las publicaciones de la Oficina Internacional del Trabajo gozan de la protección de los derechos de propiedad intelectual en virtud del protocolo 2 anexo a la Convención Universal sobre Derecho de Autor. No obstante, ciertos extractos breves de estas publicaciones pueden reproducirse sin autorización, con la condición de que se mencione la fuente. Para obtener los derechos de reproducción o de traducción deben formularse las correspondientes solicitudes a Publicaciones de la OIT (Derechos de autor y licencias), Oficina Internacional del Trabajo, CH – 1211 Ginebra 22, Suiza, o por correo electrónico a rights@ilo.org, solicitudes que serán bien acogidas.

Las bibliotecas, instituciones y otros usuarios registrados ante una organización de derechos de reproducción pueden hacer copias de acuerdo con las licencias que se les hayan expedido con ese fin. En www.ifrro.org puede encontrar la organización de derechos de reproducción de su país.

Burdin, Gabriel

Digitalización, productividad y empleo: elementos para pensar la formación profesional en América Latina. Montevideo: OIT/Cinterfor, 2022, 39 páginas.

Las denominaciones empleadas, en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos en las publicaciones de la OIT no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmadas incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las avale.

Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la Oficina Internacional del Trabajo, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Para más información sobre las publicaciones y los productos digitales de la OIT, visite nuestro sitio web: ilo.org/publns.

Para más información sobre esta publicación, contáctese con el Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional (OIT/Cinterfor), Av. Uruguay 1238, Montevideo, Uruguay. Visite nuestro sitio http://www.oitcinterfor.org o escríbanos a oitcinterfor@ilo.org.

OIT/Cinterfor es un servicio técnico de la OIT, establecido en 1963 con el fin de impulsar y coordinar los esfuerzos de las instituciones y organismos dedicados a la formación profesional en la región.

Esta publicación se terminó de imprimir en el Departamento de Publicaciones de OIT/Cinterfor, en la ciudad de Montevideo, en el mes de setiembre 2022

Impreso en Uruguay

Contenido

1. Presentación ..... **Error! Bookmark not defined.**
2. Introducción 4
3. La digitalización en América Latina 5
   3.1 Definiciones 5
   2.2 Algunos hechos estilizados 7
4. Problematizando el vínculo digitalización-productividad e impactos sobre el empleo 8
   3.1 Complementariedad organizacional 8
   3.2. Digitalización y productividad en países desarrollados 10
   3.3 Tecnologías digitales avanzadas: automatización e inteligencia artificial 14
   3.4 Evidencia para países latinoamericanos 18
   3.5 Digitalización y cambios en la demanda de empleo en América Latina 20
5. Digitalización y habilidades de la fuerza laboral: el rol de las Instituciones de Formación Profesional (IFPs) en el nuevo escenario 23
   4.1 Producción de habilidades laborales: ¿por qué el mercado no funciona? 24
   4.2 Desafíos para las Instituciones de Formación Profesional (IFP) 26
      4.2.1 Capacidad de anticipar la demanda futura de habilidades 26
      27
      4.2.2 Capacidades de evaluación de impacto 27
      4.2.3 Programas de capacitación sectoriales y negociación colectiva 28
      4.2.4 Capacitación en prácticas de gestión empresarial 29
      4.2.5 El impacto de la digitalización en las propias IFPs 30
6. Comentarios finales 31
   Referencias 32
Anexo 35
   Figura A.1 Índice de Adopción Digital 35
   Figura A.2 Costo de suscripción de banda ancha fija. 36
   Figura A.3 Acceso a internet según regiones 37
   Figura A.4 Acceso a internet en países seleccionados 38

1. Introducción

El rezago de los países latinoamericanos respecto al mundo desarrollado en materia de productividad ha sido ampliamente documentado (CAF, 2018). Sin mediar mejoras sostenidas en esta área, la región difícilmente pueda lograr una expansión duradera de la calidad de vida de su población. La incapacidad de los países latinoamericanos de generar y distribuir equitativamente una mayor productividad podría manifestarse no solamente en rezago económico sino también en episodios recurrentes de inestabilidad política y social. En este contexto, existe una perspectiva optimista que sugiere que el proceso de digitalización, que primero involucró las TIC y más recientemente los avances de la robótica e inteligencia artificial, y la tendencia secular al abaratamiento de estas tecnologías, podrían impulsar a la región a dar el salto productivo tan postergado.

¿Es la digitalización una llave para superar el rezago productivo y de bienestar de la región? ¿Se trata simplemente de acelerar el proceso de mejora de la infraestructura digital? En este documento, utilizamos el concepto de complementariedad organizacional para ofrecer una perspectiva más compleja sobre el vínculo entre nuevas tecnologías y productividad. Revisamos los estudios empíricos que analizan esta relación utilizando datos de empresas. Asimismo, discutimos la especificidad de estos procesos en el contexto de países latinoamericanos y sus impactos en el empleo. En este marco, identificamos la complementariedad critica entre nuevas tecnologías y habilidades y niveles de formación de la fuerza laboral. En este marco, revisamos la justificación tradicional para el despliegue de políticas públicas en materia de capacitación y formación profesional. El documento identifica una serie de desafíos que enfrentan las Instituciones de Formación Profesional (IFP) en el nuevo contexto.

El capítulo tiene la siguiente estructura. En la sección 2, se define qué se entiende por proceso de digitalización y cuáles son sus principales dimensiones. Asimismo, se presentan algunos hechos estilizados para describir como se expresa dicho proceso en la región. En la sección 3, se define el concepto de complementariedad organizacional y se revisa la evidencia empírica disponible sobre el vínculo entre digitalización y productividad y su relación con el empleo. En la sección 4, la discusión se centra en el rol de las habilidades laborales y en las imperfecciones de mercado que afectan su producción. Asimismo, se identifican algunos elementos claves para pensar el rol y funcionamiento de las IFP en la región en el contexto de la nueva revolución tecnológica en curso y de los desafíos que plantea el escenario post-pandemia.

2. La digitalización en América Latina

2.1 Definiciones

Por digitalización se entiende el proceso de transformación socio-económica caracterizado por la adopción masiva de tecnologías digitales por parte de individuos, empresas y organizaciones públicas y privadas.[1] De acuerdo a Banga y Willem te Velde (2018), la conceptualización de la digitalización implica distinguir tres dimensiones: inputs, outputs y elementos del entorno.

*Inputs***.** Las tecnologías digitales combinadas con la infraestructura digital son los inputs claves en el proceso de digitalización. Las tecnologías digitales suelen caracterizarse como tecnologías de propósito general, como lo fueron el motor a vapor o la electricidad en revoluciones tecnológicas anteriores, esto es, tecnologías que son un insumo en todos los sectores de la economía. A su vez, estas tecnologías están sujetas a procesos de innovación permanente y tienen la capacidad potencial de derramar en mejoras de productividad en toda la economía (Bresnahan, 2010). Estas tecnologías requieren de una infraestructura digital para poder operar. Esto incluye routers, sensores, conexión de banda ancha, satélites y servicios conexos de información y comunicación.

Siguiendo a Katz (2018), es posible distinguir entre tecnologías digitales maduras y avanzadas. La distinción refiere a qué tan extendida se encuentra la utilización de dichas tecnologías en la infraestructura productiva. El ciclo de vida tecnológico involucra las etapas de desarrollo, adopción e impacto económico-social. Una tecnología puede estar desarrollada en sus aspectos básicos, pero aun estar transitando la fase de adopción. Haciendo el paralelismo con revoluciones tecnológicas previas, Katz distingue tres oleadas en la evolución de la digitalización y ofrece una periodización indicativa de las mismas. La primera fase dominada por el desarrollo y adopción de tecnologías de información y comunicación, sistemas informáticos computarizados, que permiten el procesamiento de datos y acceso remoto a la información. La segunda ola involucra la difusión de Internet y las plataformas digitales. Las tecnologías digitales asociadas a estas dos primeras oleadas, conforman lo que muchos describen como la Tercera Revolución Industrial y ya se encontrarían en una fase de madurez. Finalmente, la tercera ola incluye tecnologías avanzadas vinculadas a la denominada Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial. Esto incluye la Robótica, la Inteligencia Artificial, Impresión 3D, Blockchain, Big Data Analytics, entre otras tecnologías relacionadas. Los procesos de desarrollo y adopción de estas tecnologías están en curso.

[1] Este proceso esta precedido de la digitización, que refiere a la conversión de datos analógicos en formato digital de modo de permitir su procesamiento informático.

Cuadro 1. Digitalización: oleadas tecnológicas e impactos

	DESARROLLO	ADOPCIÓN	IMPACTO ECONÓMICO-SOCIAL
1ERA OLA: *COMPUTACIÓN Y TELECOMUNICACIONES*	1950-1975	1960-2000	1990-2010
2DA OLA: *PLATAFORMAS DE INTERNET, COMPUTACIÓN DE NUBE*	1970-1990	1995 – en proceso	2005- en proceso
3ERA OLA: *INTERNET DE LAS COSAS, ROBÓTICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, BLOCKCHAIN*	1980 – en proceso	2010 – en proceso	2020 – en proceso

Fuente: Katz (2018)

Outputs. La combinación de tecnologías e infraestructura digital da lugar a la producción de un conjunto de aplicaciones, bienes, máquinas y dispositivos propios de la economía digital. Primero, se desarrollan un conjunto de aplicaciones y plataformas (Google, Apple, Amazon, Facebook, entre otras), FinTech, transporte (ej: Uber) y otras funciones. Estas plataformas se basan en el uso de algoritmos para el manejo y procesamiento de grandes masas de datos. Segundo, estas plataformas sirven para comercializar bienes digitalmente (e-commerce) o transferir productos electrónicamente (música, videos). Por último, estas las máquinas y dispositivos digitales, lo que incluye, impresoras 3D, smartphones vehículos autónomos, , robots industriales, impresores 3D.

Entorno. Banga y Willem te Velde (2018) identifican elementos del entorno institucional, cultural y de la matriz de políticas públicas que pueden facilitar el proceso de digitalización. Una dimensión central refiere a la educación y formación de habilidades (incluyendo habilidades digitales) de la fuerza laboral.

Otros aspectos relevantes del entorno incluyen los aspectos regulatorios (que incluyen políticas de competencia relacionadas a las grandes plataformas digitales, privacidad y gobernanza de datos, entre otros)[2], las relaciones laborales, el desarrollo de los sistemas nacionales de innovación, las prácticas de gestión empresarial, aspectos culturales que pueden afectar la asimilación del cambio tecnológico, etc. La configuración del entorno afecta los procesos de adopción de nuevas tecnologías, sus retornos en términos de productividad y opera como mediador de los impactos socio-distributivos de la digitalización. [3]

[2] Sobre estos aspectos ver, por ejemplo, Beaumier et al., (2020) y Savona (2019).

[3] Nicoletti et al. (2020) analizan los factores que afectan la difusión de tecnologías digitales en 25 industrias de 24 países europeos y Turquía. La disponibilidad de banda ancha de alta velocidad afecta positivamente la adopción de tecnologías. Por el contrario, la baja calidad gerencial, la falta de habilidades digitales y la falta de competencia afectan la adopción negativamente.

2.2 Algunos hechos estilizados[4]

Numerosos trabajos caracterizan la situación del ecosistema digital latinoamericano. Desde la perspectiva de los inputs del proceso de digitalización, Katz y Koutroumpis (2014) construyen un índice de digitalización en el que consideran 25 indicadores, clasificados en 6 pilares (costo, calidad de la infraestructura, accesibilidad, capacidad, utilización y dotación de capital humano). De acuerdo con estimaciones del índice para el año 2013, América Latina todavía se encontraría en una fase transicional, aún lejos del estadio de digitalización avanzado de Estados Unidos y Europa.

En la Figura A.1, se presenta el ordenamiento de países de acuerdo con el Índice de Adopción Digital del Banco Mundial (promedio 2014-2016), distinguiendo la situación de los países latinoamericanos. El índice considera la adopción digital de empresas, personas y sector público en base a cuatro indicadores: número de servidores seguros, velocidad de bajada, cobertura 3G y proporción de firmas que usan sitios web. Incluso los países líderes en adopción digital en América Latina estarían rezagados en relación a los países avanzados. Asimismo, se observa una gran heterogeneidad dentro de la región. Si se agrupan a los países en quintiles de digitalización, de acuerdo a los valores del índice, solo Chile y Uruguay se ubican en el 20% superior de países de mayor adopción digital. El resto de los países latinoamericanos se concentra fundamentalmente en los quintiles intermedios.

En la Figura A.2, en base a datos de la International Telecommunication Unit (ITU), se compara el costo de acceso a internet (banda ancha fija) en relación con el ingreso medio de la población, distinguiendo nuevamente la situación de los países latinoamericanos. También se observan fuertes heterogeneidades al interior del grupo de países latinoamericanos. El costo relativo de acceder a internet es mayor en América Latina en comparación a los países avanzados. Ningún país latinoamericano se ubica en el quintil inferior de países con menor costo de banda ancha fija. La mayoría se ubica en los quintiles intermedios. Honduras y Nicaragua pertenecen al 20% d países con mayor costo relativo de acceso a internet.[5]

En la Figura A.3 y A.4, se documenta evolución del acceso a internet según regiones y países seleccionados respectivamente. Se considera el número de suscripciones a servicios de internet de banda ancha fija por cada 100 habitantes entre 1998-2017. América Latina ha realizado progresos en materia de infraestructura digital, pero que han estado levemente por debajo del promedio mundial y de otros países emergentes. El desempeño de la región ha estado claramente por debajo del exhibido por Estados Unidos, Europa y países asiáticos. La Figura A.4 sugiere que el progreso regional ha sido altamente heterogéneo. Se destaca la rápida convergencia de Uruguay a los niveles de acceso a internet de países desarrollados. Además de indicadores promedio de acceso a internet en la región, resulta relevante

[4] Ver figuras en Anexo.

[5] El agrupamiento de países sigue un patrón diferente si se considera el costo absoluto en dólares (PPP).

considerar la existencia de importantes brechas de acceso según nivel de ingreso (CEPAL y CAF, 2020). [6]

DIGITALIZACIÓN: DEFINICIONES Y TENDENCIAS EN AMÉRICA LATINA

- La digitalización refiere al proceso de transformación socio-económica que conlleva la adopción masiva de tecnologías digitales por parte de individuos, empresas y organizaciones.

- Los inputs de la economía digital son la infraestructura digital (e.j. routers, conexión de banda ancha, satélites, etc.) y las tecnologías digitales.

- El proceso de digitalización involucra sucesivas oleadas de desarrollo y adopción de tecnologías digitales (computación y comunicaciones, internet, robótica e inteligencia artificial)

- Los progresos de América Latina en materia de acceso a internet han estado alineados con la evolución del promedio mundial, pero por debajo de países desarrollados y del Este asiático.

- Se destacan desempeños muy heterogéneos entre países de la región y brechas de acceso a internet según nivel socioeconómico.

3. Problematizando el vínculo digitalización-productividad e impactos sobre el empleo

En esta sección, se revisa la evidencia sobre el vínculo entre nuevas tecnologías, productividad y empleo tanto a nivel de países desarrollados como de América Latina. Previamente, definimos la noción de complementariedad organizacional como concepto ordenador de la discusión.

3.1 Complementariedad organizacional

En economía, se entiende que dos insumos son complementarios en el proceso productivo si cuando cae el precio de uno de ellos aumenta la demanda del otro.[7] El concepto tiene aplicaciones más generales en el análisis organizacional y puede servir de marco para

[6] Según datos de EUTIC 2019, en Uruguay, el país que posiblemente tiene las mejores condiciones de la región, un 51% de los hogares del quintil más pobre tiene conexión por banda ancha fija. Dicho porcentaje asciende al 86% en el quintil de mayor ingreso.

[7] De forma más precisa la idea se puede expresar de la siguiendo forma. Suponiendo x=(X_1,. . ., Xn) son los niveles de un conjunto de actividades que contribuyen al objetivo de la empresa y $\pi(x)$ el beneficio resultante, se dice que dos actividades son complementarias si, para todo $i \neq j, \partial^2\pi/\partial x_i \partial x_j \geq 0$. Esto significa que un incremento marginal de la actividad *j* incrementa el retorno marginal de la actividad *i*.

entender la complejidad del vínculo entre digitalización y productividad. Concebido de forma más general, el concepto permite capturar las relaciones sinérgicas, de mutua complementariedad, entre distintas actividades que se dan en una organización. El concepto es suficientemente general para dar cuenta de estas relaciones en empresas privadas orientadas a la maximización del beneficio, organizaciones del sector público o de otro tipo. Un grupo de prácticas organizacionales son complementarias si intensificar el uso de cierta práctica aumenta el beneficio de las restantes. Cuando un grupo de prácticas organizacionales son complementarias, cambios que incrementan la efectividad de alguna práctica incentivan la adopción y mejora de otras prácticas.

Siguiendo el ejemplo que presentan Brynjolfsson y Milgrom (2013), puede considerarse el caso de una empresa que evalúa tres decisiones:

i) adoptar una estrategia que implica implementar cambios en la tecnología utilizada (e.g. digitalización),
ii) invertir en capacitación laboral de su fuerza laboral,
iii) dar más autonomía operativa a sus trabajadores en la forma en que organizan el trabajo.[8]

Se supone que trabajadores mejor formados pueden hacer un mejor uso productivo de disponer de una mayor discrecionalidad en la ejecución de tareas y que trabajadores con mayor autonomía y capacitación pueden facilitar la implementación de la nueva tecnología. En este caso, se estaría ante un conjunto de decisiones complementarias y de prácticas que tenderían a implementarse simultáneamente. Se supone que hay también variables de contexto como, por ejemplo, un abaratamiento secular de las nuevas tecnologías. Esto podría inducir a la empresa a introducir cambios en la tecnología siempre y cuando otras prácticas complementarias también estén presentes.

Cuadro 2. Interacción de prácticas organizacionales complementarias

	Cambios en la tecnología	Capacitación laboral	Descentralización de decisiones/autonomía
Cambios en la tecnología		+	+
Capacitación laboral			+
Descentralización de decisiones/autonomía			
Caída secular del costo de nuevas tecnologías	+		

Fuente: adaptado de Brynjolfsson y Milgrom (2013)

[8] La idea de que existen relaciones de interdependencia y complementariedad entre tecnología y diseño organizacional, habilidades y sistemas de trabajo tiene un antecedente temprano en las teorías de los sistemas socio-técnicos desarrolladas en la década de 1950 (Mumford, 2006; Kochan et al., 2020)

El concepto tiene implicancias a la hora de comprender los obstáculos al cambio organizacional y las mejoras de productividad. Primero, en presencia de complementariedades, adoptar una práctica aislada puede tener efectos negativos o generar aumentos muy modestos de la productividad en comparación al que resultaría de la implementación de un clúster de prácticas complementarias. Por ejemplo, la introducción de nuevas tecnologías digitales podría no tener los efectos esperados si la fuerza laboral no está adecuadamente capacitada o si no se producen cambios concomitantes en la organización del trabajo. Problemas de coordinación, sincronización, alineamiento de incentivos y desfasajes en la implementación de ciertas prácticas, entre otros, pueden conspirar contra el cambio organizacional y las mejoras de desempeño.[9] En la medida que los cambios en la dotación de habilidades laborales (vía capacitación laboral o recomposición del empleo) y otros cambios organizacionales llevan tiempo, la noción de complementariedad organizacional también puede explicar por qué los efectos de las TIC en la productividad pueden no ser los esperados, verificarse con rezagos y ser altamente heterogéneos entre empresas de una misma industria.

3.2. Digitalización y productividad en países desarrollados

Existe una abundante literatura empírica sobre la relación entre digitalización y productividad, particularmente a nivel de los países desarrollados.[10] En esta sección, la discusión se centra en los impactos de tecnologías digitales maduras, correspondientes a las oleadas 1-2 mencionadas en el Cuadro 1. Determinar esta relación empírica no es trivial. Idealmente, los investigadores quisieran disponer de condiciones experimentales donde las TIC se asignarán aleatoriamente a un grupo de empresas y su productividad fuera comparada con un grupo de control. Un problema de identificación central en este tipo de estudios causales refiere a que las empresas que adoptan TIC no son una muestra aleatoria del total de empresas y probablemente presenten características (muchas de ellas inobservables y difíciles de controlar en el análisis empírico) que las llevan a adoptar estas tecnologías y tener mayor productividad. Estos inobservables también pueden sesgar la estimación de complementariedades entre tecnología y otras prácticas organizacionales (Athey y Stern, 1998). Teniendo en cuenta estas limitaciones, revisamos algunos estudios claves,

[9] Siguiendo a Brynjolfsson y Milgrom (2013), puede considerarse el ejemplo de una tecnología y práctica organizacional potencialmente complementarias: un nuevo sistema computarizado de control de calidad (y1) y un programa de capacitación de los empleados (y2). Simplificadamente, se supone que cada elección es binaria, por lo que $(y1, y2) \in \{0,1\}$ y que ambas prácticas se implementan aleatoriamente entre distintos establecimientos de la empresa. Esto resultaría en una muestra aleatoria de cuatro pares de prácticas: (0,0), (0,1), (1,0) y (1,1). En este ejemplo de test empírico ideal de la noción de complementariedad supone que el cambio total en el nivel de producción será mayor cuando y1 y y2 son implementadas conjuntamente que la suma de los cambios en la producción cuando y1 y y2 son implementadas separadamente: $f(1,1) - f(0,0) \geq f(1,0) - f(0,0) + f(0,1) - f(0,0)$.

[10] Stiroh (2005) realiza un meta-análisis de más de 20 estudios que analizan el vínculo entre TICs y productividad a nivel de empresa. La mayoría de los estudios encuentran efectos positivos, aunque la magnitud de la elasticidad TICs-producto es muy sensible a las especificaciones utilizadas.

generalmente basados en muestras representativas de empresas, sobre la relación entre TIC y productividad.

Los primeros estudios realizados en Estados Unidos en la década de 1980 no encontraron efectos positivos de la computarización sobre la productividad (Barua et al. 1991, Loveman, 1994). La fuerte restructuración de las firmas norteamericanas orientada a aprovechar las nuevas tecnologías había generado grandes expectativas, pero la evidencia se mostraba desalentadora y esas inversiones no parecían reflejarse en las estadísticas de productividad. Esto se conoció en la literatura especializada como la "paradoja de la productividad".

Sin embargo, pronto se entendió que los estudios disponibles, que en general utilizaban datos agregados a nivel de industria, adolecían de problemas de medida en las variables principales. También se observó que la práctica inicial de medir retornos de las TIC a corto plazo no consideraba adecuadamente la existencia de un periodo de aprendizaje, ajuste y reestructuración organizacional necesario para explotar plenamente el potencial de las nuevas tecnologías.[11] En efecto, una segunda generación de estudios, realizados a mediados de 1990 y principalmente para Estados Unidos, indicaban una correlación positiva entre TIC y productividad. Estos estudios en general estimaron funciones de producción a nivel de empresa donde la variable dependiente era el nivel de producción o valor agregado y las variables independientes los factores de producción (capital físico, trabajo) y TIC, medidas como el porcentaje de los trabajadores que utilizan computadoras o medidas del valor del stock de hardware utilizado por las empresas (Kelley, 1994; Brynjolfsson y Hitt, 1995; Black and Lynch, 1996). Muchos de estos estudios no establecen relaciones causales sólidas, ni identifican con claridad los mecanismos detrás de la relación entre TIC y productividad.[12]

Finalmente, una tercera generación de estudios se orientó a determinar si la adopción de TIC se produce de forma más frecuente en conjunto a otras prácticas organizacionales y si la implementación conjunta de cambios tecnológicos y organizacionales tiene efectos amplificados sobre la productividad, lo que estaría en línea con la noción de la complementariedad organizacional. Estos estudios han puesto énfasis en la complementariedad entre la demanda de TIC y las habilidades y educación de la fuerza laboral.

Black and Lynch (2001) estiman funciones de producción con datos de corte transversal y un panel de empresa en Estados Unidos. El estudio considera el efecto de las TIC, la calificación

[11] Este fenómeno no es exclusivo de las nuevas tecnologías digitales y puede verificarse históricamente con otras tecnologías de propósito general (ver, por ejemplo, David, 1990).

[12] Machin et al. (2006) analizan los efectos de la adopción de TICs en los resultados educativos de escuelas primarias en Inglaterra. Su estrategia empírica explota cambios exógenos en los mecanismos de asignación de fondos [12]para inversiones en TICs entre las escuelas. Los autores encuentran efectos positivos de la inversión en TICs en los resultados de las pruebas de inglés y efectos no significativos en el caso de las pruebas de matemática.

de la fuerza laboral e innovaciones organizacionales sobre la productividad. Los resultados indican que la productividad es mayor en plantas con fuerza laboral más calificada y con mayor proporción de trabajadores en puestos no gerenciales que utilizan computadoras. Un aspecto interesante del estudio es que compara plantas sindicalizadas y no sindicalizadas. Las plantas sindicalizadas que implementan ciertas innovaciones organizacionales (mecanismos de participación en las decisiones combinados con remuneraciones variables) tienen un mejor desempeño que plantas similares donde los trabajadores no están sindicalizados. Nuevamente, este estudio sugiere que el impacto de las TIC depende de que la estructura organizacional y de la composición de la fuerza laboral estén alineados coherentemente.

Utilizando un panel de empresas francesas e inglesas, Caroli and Van Reenen (2001) estudian la interrelación entre cambios organizacionales, tecnológicos, calificaciones laborales y productividad. Los resultados indican que los cambios organizacionales y tecnológicos y las habilidades de la fuerza laboral son complementarios. La adopción de ciertas TIC facilita los cambios organizacionales tendientes a darle a los trabajadores mayor autonomía operativa (descentralización de autoridad), permitiendo el monitoreo indirecto del desempeño y reduciendo las ventajas de la supervisión jerárquica directa. El vínculo positivo entre cambios organizacionales y productividad se da fundamentalmente en empresas con una alta dotación inicial de habilidades en su fuerza laboral.

Bresnahan et al. (2002) realizan una encuesta a 300 grandes empresas industriales y de servicio en Estados Unidos. Encuentran evidencia consistente con la idea de complementariedad entre tecnología, cambios organizacionales, calificaciones laborales. Además, la interacción entre estos factores es un predictor positivo de la productividad. También utilizando datos de empresas en Estados Unidos, Brynjolfsson y Hitt (2003) analizan la contribución de la computarización al aumento de la productividad distinguiendo horizontes de corto plazo (1 año) y de mediano-largo plazo (5-7 años). Los autores encuentran que el efecto a largo plazo es cinco veces mayor que a corto plazo. Esto sugiere que para que el potencial de las tecnologías pueda ser explotado plenamente las empresas requieren de un largo proceso de adaptación que implica el desarrollo de inputs y cambios organizacionales complementarios.

Bartel et al (2007) analizan los mecanismos a través de los cuales la adopción de nuevas tecnologías aumenta la productividad. Para ello, estudian datos longitudinales de establecimientos productivos dentro de una misma industria acotadamente definida (producción de válvulas), lo que les permite mantener constante un conjunto de factores que suelen dificultar las comparaciones cuando se consideran muestras más amplias y heterogéneas. Los resultados indican que la adopción de nuevas tecnologías se asocia a procesos profundos de cambio de la estrategia y estructura organizacional y una recomposición de las calificaciones de la fuerza laboral en favor del trabajo calificado.

Garicano y Heaton (2010) estudian el impacto de las TIC en la productividad del sector público. Para ello, construyen un panel de departamentos de policía en Estados Unidos entre 1989 y 2003, disponiendo de información sobre uso de TIC, otras prácticas organizacionales y variables de desempeño (tasa de aclaración de crímenes a nivel local). Los resultados indican que el uso de TIC por si solo tiene efectos muy modestos sobre la productividad. Por el contrario, el uso de TIC combinado con otras prácticas (reuniones diarias con mandos medios, uso intensivo de datos, asignación de recursos por zonas geográficas) tiene un impacto positivo en la resolución de crímenes.

NUEVAS TECNOLOGÍAS, PRODUCTIVIDAD Y COMPLEMETARIEDAD ORGANIZACIONAL

- Prácticas organizacionales y tecnologías son complementarias si incrementar el uso de cierta practica aumenta la productividad de las restantes.

- Mejoras en la infraestructura digital no se traducen por si solas en mejoras de productividad.

- Evidencia para países desarrollados sugiere la existencia de fuertes complementariedades entre nuevas tecnologías digitales, habilidades laborales y otras prácticas organizacionales y de gestión.

En años recientes, y con mayor énfasis luego de la Gran Recesión de 2008, vuelve a cobrar fuerza la idea de una nueva paradoja de la productividad. Esto se deriva de la coexistencia de dos tendencias aparentemente contradictorias. Por un lado, se observa un magro desempeño de la productividad agregada en las economías desarrolladas. Por otro, se intensifica el desarrollo de nuevas tecnologías digitales, como son la robótica y la inteligencia artificial. La discusión contemporánea vuelve sobre muchas de las explicaciones que daban cuenta de los aparentes magros efectos de la computarización en la década del ochenta.

Brynjolfsson et al. (2020) ofrecen cuatro explicaciones de esta paradoja moderna de la productividad. Primero, las expectativas sobre los efectos económicos positivos de las nuevas tecnologías podrían estar sobredimensionadas. Una posibilidad es que las nuevas tecnologías no sean suficientemente potentes para estimular el crecimiento como lo fueron en revoluciones tecnológicas previas. Segundo, las estadísticas económicas tradicionales podrían no estar capturando adecuadamente la dinámica económica asociada a la nueva producción digital. Tercero, las tecnologías podrían generar beneficios privados, pero tener escasos efectos a nivel social. Esta explicación enfatiza la existencia de una brecha entre incentivos privados y sociales que orienta la innovación y aplicación de tecnologías hacia nichos rentables para las empresas, con pérdidas de empleo, pero escasas ganancias de productividad agregada (*so-so technologies*). Cuarto, las nuevas tecnologías requieren de un

conjunto de inversiones en activos organizacionales complementarios que requieren tiempo de maduración y ajuste. Nuevamente, esta última explicación apela a la noción de complementariedad organizacional y entiende la adopción de tecnologías como parte de un sistema de prácticas complementarias cuyos efectos se retroalimentan. Los autores hablan de un posible efecto-J de las tecnologías sobre la productividad, donde la productividad puede inicialmente caer para luego crecer una vez que otras inversiones complementarias logran madurar. En esta perspectiva, la dotación de habilidades de la fuerza laboral, incluyendo habilidades STEM e interpersonales (liderazgo, trabajo en equipo, comunicación) es un activo intangible crítico para facilitar la adopción de nuevas tecnologías y poder materializar mejoras de productividad.

3.3 Tecnologías digitales avanzadas: automatización e inteligencia artificial

Existe una incipiente investigación empírica que analiza los determinantes de adopción e impactos de las tecnologías digitales avanzadas (correspondientes a la oleada 3 del Cuadro 1), como son los robots industriales y las aplicaciones de inteligencia artificial. En un influyente artículo, Frey y Osborne (2013) clasificaron las ocupaciones de acuerdo con su grado de susceptibilidad a la automatización (riesgo de automatización). En base al juicio técnico de expertos en inteligencia artificial, estimaron que un 47% de las personas empleadas en Estados Unidos hace un trabajo que podría ser realizado por computadoras y algoritmos en un plazo de 20 años. Las ocupaciones menos vulnerables a la automatización son aquellas intensivas en tareas que no pueden ser codificadas y sustituidas por robots (*engineering bottlenecks*), como ser aquellas que involucran la motricidad fina, la creatividad y la inteligencia social. Este articulo tuvo gran repercusión, reavivando comentarios, miedos y especulaciones sobre la perspectiva del desempleo tecnológico masivo. La metodología fue replicada en muchos países bajo el supuesto de que el riesgo de automatización de determinada ocupación es comparable entre países.[13]

Por un lado, se ha criticado el hecho de que la metodología de Frey y Osborne tiende a sobreestimar el riesgo de automatización al no considerar la heterogeneidad de tareas dentro de cada ocupación. De hecho, existe evidencia de que trabajadores empleados en una misma ocupación realizan tareas diferentes dependiendo de la empresa donde trabajen y que los ajustes al cambio tecnológico se dan vía recomposición de la estructura de tareas dentro de cada ocupación (Autor and Handel, 2013; Spitz-Oener 2006). No serían ocupaciones enteras las que serían reemplazadas por las nuevas tecnologías sino tareas específicas. En línea con esta idea, Arntz et al. (2016; 2017) utilizan un enfoque basado en tareas para estimar el riesgo de automatización en 21 países de la OCDE, incluyendo Estados Unidos. Utilizan información sobre el contenido de tareas de los empleos a nivel individual, basándose en datos del PIACC

[13] Particularmente problemática es la extrapolación mecánica del contenido de tareas de las ocupaciones en Estados Unidos a países en desarrollo (por evidencia y discusión de este problema ver Caunedo et al., 2021).

(*Programme for the International Assessment of Adult Competencies*). En contraposición a los resultados de Frey y Osborne, los autores estiman que solo un 9% de las personas en los países de la OCDE está expuesta a un alto riesgo de automatización. Utilizando datos de PIACC para 32 países la OCDE, Nedelkoska y Quintina (2018) estiman que un 14% de personas se encuentra expuesta a un alto riesgo de automatización. Aplicando un enfoque basado en tareas y utilizando la Encuesta Europea de Condiciones Laborales de EUROFOUND, Belloc et al. (2021) estiman que un 19% de trabajadores europeos presenta un alto riesgo de automatización. Las estimaciones basadas en el enfoque de tareas son siempre sustancialmente menores que las estimaciones basadas en el enfoque de ocupaciones originadas en el estudio de Frey y Osborne. También se observa mucha variación entre países, sugiriendo la importancia de entender los factores que determinan la estructura de tareas dentro de cada ocupación.

Por otro lado, buena parte de las polémicas responden a una interpretación equivocada de los cálculos de riesgo de automatización. Como han señalado Frey y Osborne, los cálculos no refieren a cuantos empleos serán efectivamente automatizados, ya que el alcance y ritmo de la automatización dependen de muchos otros factores. Sus estimaciones deben interpretarse como una medida de la vulnerabilidad potencial de los empleos a los desarrollos de la inteligencia artificial desde una perspectiva puramente tecnológica (Frey y Osborne, 2018). Las empresas invertirán efectivamente en automatización dependiendo del costo de la tecnología en relación a los salarios (la amenaza de la automatización puede además moderar las demandas salariales). Asimismo, los impactos sobre el empleo dependen críticamente del comportamiento de la productividad. Si bien la automatización puede destruir empleos en las empresas o sectores donde efectivamente se produce (efecto directo), la demanda de trabajo puede aumentar por la creación de nuevas tareas y expansión del empleo en otras ocupaciones y sectores. Estos efectos *de equilibrio general* son importantes para entender el impacto total de las nuevas tecnologías, aunque no son fáciles de medir y generalmente son obviados en la discusión pública (Casselli y Manning, 2019; Autor y Salomons, 2018). Por ende, los estudios sobre el riesgo o factibilidad de la automatización constituyen una base empírica insuficiente para entender los impactos de las tecnologías digitales avanzadas.

Una segunda línea de investigación se centra en analizar la utilización efectiva de tecnologías avanzadas y sus impactos. ¿Cuáles son los factores que determinan la adopción de estas tecnologías? ¿qué sucede con el empleo, la productividad y otras variables en las empresas que efectivamente incorporan estas tecnologías o en las regiones más expuestas a ellas?

Deng et al. (2021) estiman que un 2% de plantas alemanas (8% de plantas industriales) utilizan robots. Koch et al. (2019) estiman que un 20% de las plantas industriales en España utilizan robots. Utilizando una encuesta a una muestra de empresas chinas, Cheng et al. (2019) estiman que un 9% de empresas utilizan robots. En una reciente encuesta a empresas en Estados Unidos, Zolas et al. (2020) reportan que la incidencia promedio del uso de robots

alcanza al 1.3% de los establecimientos, trepando al 14% en algunos sectores manufactureros. Mientras que el uso de tecnologías digitales maduras es generalizado, la utilización de tecnologías avanzadas es todavía muy acotada. Los autores identifican una jerarquía en el patrón de sofisticación tecnológica de las firmas, donde la utilización de tecnologías avanzadas tiene como precondición el uso de tecnologías ya maduras. Esto sugiere que existe interdependencia entre diferentes tecnologías y que su patrón de adopción es acumulativo. Finalmente, Belloc, Burdin y Landini (2020) estiman que la utilización de robots en establecimientos europeos (que emplean 10 o más personas) alcanza al 7% del total, subiendo al 22% en el caso de establecimientos industriales. Los autores encuentran un uso extendido de analítica de datos (que alcanza al 45% del total de establecimientos) orientada a mejorar procesos y servicios.

En cuanto a los efectos de las tecnologías digitales avanzadas en el empleo y la productividad, la mayoría de los estudios se basa en datos agregados de difusión de robots a nivel nacional o sectorial. Acemoglu y Restrepo (2020a) analizan el efecto de la robotización en el empleo y los salarios. Para ello, utilizan variación en la composición sectorial de las economías regionales en Estados Unidos, lo que induce grados diversos de exposición a los avances de la robotización. Los autores encuentran efectos negativos de la automatización sobre el empleo y los salarios. Graetz y Michaels (2017) analizan la evolución del empleo luego de una recesión analizando datos de diversas industrias y país. No encuentran evidencia de que industrias con mayor participación de tareas rutinarias y exposición a la robotización tengan una recuperación más lenta del empleo. Graetz y Michaels (2018) analizan el efecto de la robotización en industrias de 17 países en el periodo 1993-2007. Los resultados indican que la robotización ha contribuido al aumento de la productividad laboral, de la productividad total de factores y a la reducción de precios. No encuentran efectos sobre el empleo total, aunque observan una caída de la participación del empleo de baja calificación.

Una línea de estudios aún más reciente analiza los impactos de la adopción de nuevas tecnologías a nivel de empresa. Bessen et al. (2020a) evalúan el efecto de la automatización en empresas holandesas. Los resultados indican que las firmas que adoptan nuevas tecnologías exhiben un mayor crecimiento del empleo y las ventas. Sin embargo, el crecimiento del empleo es más lento si el análisis se circunscribe al periodo previo y posterior al evento de automatización. También analizando el caso de Holanda, Bessen et al. (2020b) estudian el efecto de la automatización sobre las trayectorias laborales de los trabajadores. Los resultados sugieren que la automatización aumenta la probabilidad de separación del empleo. Las pérdidas de ingresos son relativamente mayores para trabajadores de mayor edad y quienes trabajan en empresas pequeñas. No se observan efectos similares cuando se consideran inversiones en computadoras, sugiriendo que el impacto de las tecnologías digitales avanzadas es diferente al de tecnologías ya maduras.

Tres estudios recientes para Francia sugieren que la relación entre automatización y empleo es compleja. Primero, Acemoglu et al. (2020b) analizan una muestra de más de 55000 empresas industriales francesas en el periodo 2010-2015. Apenas un 1% de las empresas adoptaron robots en el periodo. Sin embargo, este pequeño grupo de empresas representa el 20% del empleo industrial, lo que confirma que la adopción de robots está fuertemente concentrada en empresas grandes. Los autores encuentran que el empleo tiende a crecer más rápido entre las firmas que adoptan robots, aunque esto obedece a la perdida de posición competitiva y contracción de las firmas que no adoptan robots. Segundo, Domini et al. (2021) analizan la dinámica del empleo, en particular los flujos de contratación y separación de trabajadores) luego de que la firmas invierten en bienes de capital que incorporan tecnologías de automatización. Los resultados indican que la automatización se asocia a un mayor crecimiento del empleo, que viene dado tanto por mayores contrataciones como por una reducción de las separaciones. Asimismo, no encuentran variaciones en la composición del empleo en términos de ocupaciones. Finalmente, Aghion et al. (2020) utilizando microdatos de empresas francesas en el periodo 1994-2015, encuentran efectos positivos de la automatización en el empleo, incluso para trabajadores industriales de baja calificación. Esto indica que la automatización viene acompañada de incrementos en la demanda de trabajo, lo que sugiere que los aumentos de productividad más que compensan potenciales efectos de sustitución de empleos preexistentes.

Koch et al. (2019) analizan el efecto de la adopción de robots en la industria española. Los resultados sugieren que las firmas que adoptan las nuevas tecnologías expanden el empleo en detrimento de otras firmas competidoras que se contraen. Las nuevas tecnologías se asocian a incrementos de la productividad agregada derivados de fuertes procesos de reestructuración empresarial y polarización entre empresas de alta y baja productividad. Cirillo et al. (2021) analizan el efecto de las nuevas tecnologías asociadas a la industria 4.0 (Internet de las cosas, robots, Big data analytics, realidad aumentada y ciberseguridad) sobre la productividad en empresas italianas. En promedio, un 39% de empresas invirtieron en al menos una nueva tecnología en el periodo 2015-2017, aunque el estudio no desagrega por tipo de tecnología. Los autores encuentran que la adopción de nuevas tecnologías se asocia a mayores salarios y productividad laboral.

Dauth et al. (2021) estudian los cambios en el empleo asociados a la exposición a robots industriales en Alemania. Los resultados indican que la pérdida de empleos industriales es compensada por la creación de empleos en el sector servicios. Asimismo, encuentran que la automatización se asocia a carreras laborales más estables y que los trabajadores afectados pasan a desempeñar otras tareas complementarias de la tecnología dentro de sus empresas. Además, encuentran que los efectos negativos sobre el empleo se concentran en mercados laborales locales con baja sindicalización, sugiriendo que las instituciones laborales pueden mediar la adopción e impactos de las nuevas tecnologías. De forma consistente, evidencia preliminar para Alemania reportada en Battisti et al. (2017) muestra que las empresas

amortiguan el efecto de los cambios tecnológicos y organizacionales sobre los trabajadores que desempeñan tareas rutinarias, ofreciendo oportunidades de recalificación laboral y facilitando cambios en la asignación de tareas dentro de la misma empresa. El estudio destaca el rol de los sindicatos en la capacitación laboral y reasignación de estos trabajadores. [14]

AUTOMATIZACIÓN Y TECNOLOGIAS DIGITALES AVANZADAS

- Las estimaciones de riesgo de automatización refieren a la vulnerabilidad potencial de los empleos a los desarrollos de la inteligencia artificial. Estos cálculos no dan cuentan de cuantos empleos serán efectivamente automatizados.

- Individuos empleados en una misma ocupación pueden realizar tareas diferentes. Cuando se considera esta heterogeneidad, el riesgo de automatización se reduce drásticamente.

- La utilización efectiva de robots y otras tecnologías digitales avanzadas tiene aún una difusión acotada en los países avanzados.

- Su utilización se concentra fundamentalmente en empresas industriales de gran tamaño.

- Evidencia sobre impactos en materia de productividad y empleo no es concluyente. Firmas que adoptan nuevas tecnologías en general expanden el empleo, aunque a costa de empresas que se contraen. Por tanto, los efectos netos, de equilibrio general, son poco claros.

3.4 Evidencia para países latinoamericanos

En el contexto latinoamericano, los estudios que vinculan la adopción de nuevas tecnologías y productividad a nivel microeconómico son menos frecuentes y relativamente más recientes.

Commander et al. (2011) estudian el efecto de las TIC sobre la productividad utilizando datos de empresas de India y Brasil. Los autores encuentran una relación positiva entre TIC y productividad. En el caso de Brasil, encuentran evidencia de complementariedad entre la adopción de TIC y la implementación de cambios organizacionales tendientes a reducir el número de niveles jerárquicos y descentralizar la autoridad.

[14] Belloc, Burdin y Landini (2020) encuentran que la presencia de estructuras de representación de los trabajadores (sindicatos, comités de empresa) se asocia positivamente con la adopción de robots y tecnologías digitales. El estudio sugiere que la presencia de estas estructuras favorece prácticas organizacionales y políticas capacitación laboral que son complementarias de las nuevas tecnologías.

Utilizando datos de la encuesta a empresas del Banco Mundial, Grazzi y Jung (2016) encuentran una relación positiva entre acceso a internet y desempeño de empresas latinoamericanas. Por falta de datos, el estudio no aborda la cuestión de la complementariedad entre TIC, calificación de la fuerza laboral y otras variables organizacionales. Viollaz (2019) analiza el impacto del acceso a internet en la productividad de micro y pequeñas empresas industriales en Perú en el periodo 2011-2013. Los resultados indican efectos positivos sobre la productividad y mayor empleo de trabajadores permanentes. La digitalización se asocia a mejoras en la formalización y la capacitación de la fuerza laboral. El estudio enfatiza la necesidad de desarrollar las habilidades digitales de la fuerza laboral a los efectos de potenciar el impacto de los cambios organizacionales sobre la productividad.

Dos estudios recientes ofrecen evidencia parcialmente conflictiva sobre los efectos de las TIC en la región, aunque las diferencias de contexto y de composición sectorial de las muestras de empresas analizadas impiden realizar comparaciones firmes. Por un lado, basados en datos de empresas chilenas en el periodo 2007-2013, Almeida et al. (2020) analizan el efecto de mediano plazo de la introducción de un software de gestión y administración en la composición del empleo según calificaciones. La muestra cubre empresas de diversos sectores, la mitad de ellas concentradas en la industria, el comercio y los servicios a empresas. En contraposición a los efectos de la utilización de computadoras, la hipótesis de los autores es que el software podría reemplazar tareas cognitivas rutinarias y analíticas en general desarrolladas por trabajadores calificados. En efecto, el estudio documenta procesos de reasignación del empleo donde trabajadores técnicos y profesionales son reemplazados por administrativos y trabajadores de baja calificación. También identifican cambios consistentes en la composición de tareas, aumentando el peso de tareas manuales y rutinarias en detrimento de tareas abstractas. El estudio sugiere que la adopción de nuevas tecnologías no necesariamente afecta negativamente a los trabajadores de menores calificaciones relativas. Los impactos de la digitalización podrían depender del tipo específico de tecnología analizada y del contexto de aplicación.

Por otro lado, Brambilla y Tortarolo (2020) analizan el efecto de la adopción de TIC en la productividad de empresas industriales en Argentina. A los efectos de determinar efectos causales, los autores utilizan el grado de exposición de las empresas a información sobre programas de apoyo a la incorporación de tecnología. Los resultados indican que la adopción de TIC aumenta la productividad, pero con efectos heterogéneos. Las TIC benefician a las empresas inicialmente más productivas y con una fuerza laboral más calificada, ilustrando una vez más de rol de las complementariedades. También observan una fuerte recomposición de la estructura ocupacional de las empresas con mayor peso de gerentes y personal calificado en desmedro del trabajo no calificado.

3.5 Digitalización y cambios en la demanda de empleo en América Latina

Los efectos de la tecnología también pueden inferirse de las tendencias agregadas en el mercado laboral. Esta línea de estudios se ha orientado a contrastar la hipótesis de polarización laboral. La idea de que las TIC inducen procesos de polarización laboral, favoreciendo las condiciones laborales de trabajadores de baja y alta calificación en detrimento de trabajadores de calificaciones medias, ha sido documentada para los países desarrollados (Autor et al., 2006; Autor y Dorn, 2013; Michaels et al., 2014). La evidencia de similares procesos en países en desarrollo todavía no es concluyente.[15] Por ejemplo, Maloney y Molina (2016) analizan en qué medida el cambio tecnológico orientado a la automatización de tareas rutinarias y codificables favorece la polarización laboral en los países en desarrollo. Utilizando datos de 21 países en desarrollo de África, América Latina y Asia, los autores no encuentran evidencia de polarización laboral, aunque ofrecen indicios de que podría ser una dinámica posible en el futuro. Analizando una muestra de 85 países, Das y Hilgenstock (2018) tampoco encuentran evidencia de polarización en países en desarrollo, aunque indican que la creciente incidencia de tareas rutinarias expondría a estos países a los efectos disruptivos de la tecnología. Una limitación de muchas de estas aproximaciones es que asumen que el contenido de las tareas asociado a determinada ocupación es el mismo en todos los países, utilizando como punto de referencia a Estados Unidos (Caunedo et al., 2021).

Finkelstein y Mandelman (2021) analizan el efecto de la digitalización sobre la estructura de empleo y desempleo en países en desarrollo. Los autores utilizan el índice de adopción digital (en empresas) del Banco Mundial, que ofrece información armonizada para 180 países. Los autores encuentran una relación inversa entre la digitalización e incidencia del autoempleo. Esto es interesante dado que la alta incidencia del autoempleo, muchas veces de carácter informal, es una característica estructural de los mercados laborales de países en desarrollo. En otro orden, no encuentran una relación significativa entre digitalización y desempleo. Los resultados son racionalizados con un modelo donde la disminución de costos de la adopción de tecnologías digitales es acompañada de menores barreras a la entrada de nuevas empresas.

En un estudio reciente, Gasparini et al. (2021) analizan el grado de exposición de tareas rutinarias en seis países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú) en el período 2004-2019. Un aspecto metodológico importante de este estudio es que utiliza información sobre el contenido efectivo de las tareas de las ocupaciones y su heterogeneidad a nivel individual en los países estudiados, evitando extrapolaciones mecánicas de la

[15] Eden and Gaggl (2015) encuentran que la participación de las TICs en el stock de capital total en los países en desarrollo es menor en comparación a los países desarrollados. En términos reales, las diferencias son mayores dado que los bienes de capital ICT son relativamente más caros. La principal explicación de acuerdo a los autores es que la estructura productiva de los países en desarrollo esta sesgada hacia sectores menos intensivos en el uso de TICs. Banga and te Velde (2018) discuten las oportunidades de mejora de la productividad que plantea la digitalización en África.

estructura de tareas de los países desarrollados. Los autores encuentran que el empleo en ocupaciones con mayor peso de tareas rutinarias, que en general desempeñan trabajadores de menor educación y que perciben menores salarios, tiende a perder peso relativo. Sin embargo, no encuentran evidencia consistente con la hipótesis de polarización laboral, que sugiere un crecimiento de las ocupaciones de baja y alta calificación en detrimento de aquellas de nivel medio. Los autores encuentran que los incrementos del empleo son siempre crecientes con el nivel de salario inicial. América Latina parecería seguir un patrón tradicional de cambio tecnológico sesgado en favor del trabajo calificado.

La discusión sobre el impacto de la robotización y otras tecnologías digitales avanzadas en América Latina es aún incipiente.[16] Es importante notar que los mercados laborales latinoamericanos no están únicamente afectados por la adopción doméstica de nuevas tecnologías. Rodrik (2016) plantea que el abaratamiento de las nuevas tecnologías de automatización reduce los incentivos de las empresas de países desarrollados a relocalizar procesos productivos en países en desarrollo y puede estimular el retorno de ciertas actividades a los países desarrollados (*reshoring*), creando condiciones para la desindustrialización prematura en países emergentes. En uno de los pocos estudios examinando el efecto de tecnologías digitales avanzadas (robots) en América Latina, Stemmler (2021) encuentra evidencia que confirmaría el vínculo entre automatización y desindustrialización prematura sugerido por Rodrik. El estudio indica que las regiones de Brasil más expuestas a la robotización de otros países experimentan un cambio en la composición del empleo, con pérdida de participación de la industria y crecimiento de la minería y producción de materias primas. Esto obedece a cambios en la demanda de exportaciones que enfrentan las distintas regiones. La automatización disminuye los costos y lleva a reinstalar localmente ciertas producciones industriales (reshoring) y a demandar materias primas. De forma similar, Artuc et al. (2019) examinan el vínculo entre la automatización en Estados Unidos y las exportaciones y el empleo en México. La exposición a la automatización en Estados Unidos induce una disminución de las exportaciones mexicanas, pero no tiene efectos sobre el empleo. Una contribución importante de estos trabajos es indicar que los procesos de automatización pueden impactar en la estructura productiva y ocupacional de América Latina, y afectar la composición de la demanda de empleo, aun cuando la introducción de robots se produzca en los países avanzados y no localmente.

Finalmente, resulta relevante analizar la adopción de tecnologías digitales y su impacto en el empleo considerando la inserción de los países en desarrollo en las cadenas globales de valor (Rodrik, 2018). Pese a reconocer potenciales oportunidades derivadas del abaratamiento

[16] Brambilla et al. (2021) estiman el riesgo de automatización en 6 países latinoamericanos. Cuando se utiliza el enfoque de tareas, el porcentaje de trabajadores con alto riesgo de automatización asciende al 17%. En cambio, cuando se utiliza el enfoque de ocupaciones (originalmente utilizado por Frey y Osborn) el porcentaje asciende al 62%. Esto da cuenta de la incertidumbre asociada a este tipo de cálculos.

global de ciertos dispositivos tecnológicos (ej., telefonía móvil)[17], Rodrik se aparta de la visión optimista que sugiere que los nuevos avances en materia de tecnologías digitales permitirían dar el salto productivo a los países en desarrollo sin pasar por etapas intermedias ("leapfroging").[18] Por el contrario, señala que existen un conjunto de factores que amenazan la posibilidad de estos países de capitalizar las oportunidades que ofrece el nuevo escenario tecnológico. La tecnología permite a las empresas globales fragmentar el proceso productivo en diferentes países y a los países en desarrollo insertarse el comercio internacional y acceder a tecnología de punta en ciertas actividades. Sin embargo, la ausencia de capacidades complementarias, particularmente en materia de educación y habilidades laborales, impide a estos países aprovechar plenamente estas oportunidades.

Según Rodrik, esta es una diferencia importante respecto a la actividad manufacturera tradicional, caracterizada por un know-how fácilmente transferible de países ricos a pobres, que en el pasado permitió a muchos países en desarrollo explotar ventajas (ya existentes) derivadas de la abundancia relativa de trabajo no calificado. Los nuevos avances en materia de tecnologías digitales y robotización tienen un sesgo contrario al trabajo no calificado por lo que disiparían aún más las ventajas tradicionales y generarían presiones adicionales sobre la desigualdad. De acuerdo a Rodrik, otra característica relevante de las tecnologías a las que acceden los países en desarrollo a través de las cadenas globales de valor es que otros insumos productivos son más difíciles de sustituir mediante el trabajo no calificado. Las tecnologías utilizadas en el viejo modelo manufacturero daban más flexibilidad a las empresas locales para sustituir capital físico y trabajo calificado por trabajo no calificado. Sin embargo, los estándares de precisión y calidad requeridos por las nuevas empresas globales en el marco de las cadenas de valor vuelven más difícil esa sustitución.

En el caso del sector servicios, Rodrik destaca la heterogeneidad de situaciones. Por un lado, existen un conjunto de servicios transables (turismo, servicios informáticos, finanzas) y tecnológicamente dinámicos. Por otro lado, se encuentra el sector de comercio y servicios personales no transables dominado por la informalidad y la baja productividad, pero que juega un rol crucial en la absorción del trabajo no calificado. De acuerdo al autor, las nuevas tecnologías imponen a los países en desarrollo el desafío de expandir sus capacidades en materia de educación y calificación laboral y realizar otras mejoras institucionales, pero al

[17] Por ejemplo, Jensen (2007) muestra cómo la introducción de telefonía celular en Kerala (India) en el periodo 1997-2001 eliminó la dispersión de precios en la industria pesquera, aumentando el bienestar de productores y consumidores. Suri and Jack (2016) muestran como las transacciones electrónicas en Kenia permitió a mujeres pobres transitar desde la agricultura de subsistencia hacia otras actividades de mayor productividad. Deichmann et al. (2016) analizan el efecto transformador de la digitalización en la agricultura de los países en desarrollo, enfatizando los impactos sobre la transparencia de los mercados, la productividad de los establecimientos agropecuarios y las ganancias de eficiencia en los sistemas logísticos. Hjort y Poulsen (2019) encuentran efectos positivos sobre el empleo, la productividad y los ingresos derivados de la introducción de internet en África.

[18] La hipótesis de "leapfrogging" fue evaluada tempranamente en la literatura sobre difusión tecnológica. Soet, (1985) ofrece una visión optimista sobre esta estrategia en el contexto de la revolución de la microelectrónica en la década del ochenta.

mismo tiempo intensificar los encadenamientos domésticos entre los sectores integrados a las cadenas globales de valor y el resto de la economía.

DIGITALIZACIÓN, PRODUCTIVIDAD Y EMPLEO EN AMÉRICA LATINA

- Pocos estudios abordan de forma sistemática la relación entre TIC y productividad de empresas en América Latina.

- Resultados en general apuntan a una relación positiva entre utilización de TIC y productividad, aunque efectos suelen ser heterogéneos.

- En línea con la noción de complementariedad, las empresas con una fuerza laboral más calificada aprovechan en mejor medida el potencial productivo de las nuevas tecnologías.

- No existe evidencia concluyente que relacione la adopción de TIC a una mayor polarización laboral en América Latina. El escenario tecnológico coloca en una posición de vulnerabilidad a personas con bajos niveles de calificación.

- Automatización en países avanzados puede implicar riesgos de desindustrialización y reprimarización productiva en países de América Latina (e.j. reshoring).

4. Digitalización y habilidades de la fuerza laboral: el rol de las Instituciones de Formación Profesional (IFP) en el nuevo escenario

De la revisión de la evidencia disponible pueden desprenderse cuatro conclusiones útiles para entender el nuevo entorno en el que deben operar las IFP. Primero, el vínculo entre nuevas tecnologías y productividad suele ser positivo, aunque puede observarse con rezagos y resultar altamente heterogéneo, aun cuando se consideran empresas dentro de una misma industria. Segundo, los impactos de la adopción de tecnologías están mediados por complementariedades organizacionales: el retorno de las nuevas tecnologías depende fuertemente de co-inversiones en capacitación laboral y otros activos intangibles, incluyendo prácticas organizacionales y de gestión. Esto hace que la mera disponibilidad de nuevas tecnologías no necesariamente induce aumentos sustantivos de la productividad y puede terminar reforzando heterogeneidades productivas preexistentes. Tercero, las nuevas tecnologías favorecen procesos de cambio en la estructura de la demanda por calificaciones y habilidades de la fuerza laboral que por lo general colocan en una posición de vulnerabilidad a los trabajadores con niveles de calificación medio-bajos, aunque esto puede depender del tipo de tecnología analizada.

De esto se deriva la importancia de la formación de habilidades laborales como componente de una estrategia orientada a aprovechar el potencial productivo de la digitalización. Una fuerza laboral mejor formada tiene un impacto directo sobre la productividad, pero también un impacto indirecto por la vía de facilitar la adopción de tecnologías y optimizar su utilización. Mejorar la educación y habilidades de la oferta laboral es también crucial para descomprimir las presiones que el nuevo escenario tecnológico genera sobre la desigualdad, dado el sesgo de la demanda de trabajo favorable al trabajo calificado. Las políticas de capacitación en el trabajo y formación de habilidades laborales en jóvenes y adultos de sectores de ingresos bajos y medios constituyen un pilar importante de toda estrategia que pretenda alcanzar elevados niveles de prosperidad económica con equidad e inclusión social (Rodrik y Stantcheva, 2021).

De acuerdo a información elaborada por CINTERFOR, existen una 33 Instituciones de Formación Profesional (IFP) distribuidas en 17 países de América Latina y España. En 2019, estas instituciones desarrollaron actividades y programas con la participación de más de 20 millones de personas. Estas instituciones están llamadas a jugar un rol relevante en el nuevo escenario tecnológico. En esta sección, presentamos la justificación tradicional para intervenir activamente en la producción de habilidades laborales e identificamos algunos temas y desafíos claves para las Instituciones de Formación Profesional (IFP) en América Latina en el contexto de la digitalización.

4.1 Producción de habilidades laborales: ¿por qué el mercado no funciona?

¿Por qué el mercado no induce a empresas e individuos a invertir en la formación de habilidades laborales? En general, se producen fallas de mercado cuando la evaluación de los costos y beneficios de ciertas acciones que hacen los privados no coincide con la evaluación social de dichos costos y beneficios. Esto puede darse, por ejemplo, cuando las empresas no se pueden apropiar enteramente de los beneficios de proveer capacitación en el trabajo o los trabajadores no son adecuadamente compensados por los costos de capacitarse.

En el análisis económico seminal de Becker (1962), se distingue la capacitación en habilidades generales y en habilidades específicas a la empresa. Las habilidades generales que acumula el trabajador son utilizables por todos los empleadores de la economía. Por el contrario, las habilidades específicas son productivas solamente en el contexto de determinada empresa. La decisión de capacitación se asimila a cualquier otra inversión donde se comparan los costos inmediatos y los beneficios futuros debidamente descontados. De acuerdo a Becker, la capacitación en habilidades generales debe ser financiada por los trabajadores, mientras que la capacitación en habilidades específicas sería financiada por los empleadores. En la medida que cada parte es plenamente compensada por los costos incurridos y puede apropiarse de los beneficios (los trabajadores vía mayores salarios y las empresas vía mayores beneficios),

el mercado perfectamente competitivo produce niveles socialmente óptimos de habilidades laborales.

Cuadro 3. Digitalización, complementariedad organizacional y productividad: el rol de las políticas de formación profesional

Fuente: elaboración propia.

Existen al menos cuatro problemas con este argumento.[19] Muchos de ellos se originan en la dificultad que existe en la práctica para distinguir el componente general y específico de las habilidades laborales en el sentido planteado por Becker. Primero, cuando las empresas tienen poder de mercado para fijar salarios y otras condiciones laborales, como es usualmente el caso, los individuos no necesariamente serán plenamente compensados por sus inversiones en capacitación. De hecho, existe nueva evidencia para América Latina que indica que, en mercados laborales monopsónicos donde los empleadores tienen alto poder

[19] Por una extensa discusión de estos argumentos ver Booth y Snower (1994). Ver también Stevens (1994), Acemoglu (1997) y Acemoglu y Pischke (1999).

de mercado, los trabajadores son remunerados muy por debajo de su productividad.[20] Segundo, en la medida que los trabajadores pueden moverse de una empresa a otra y exista cierto grado de transferibilidad de las habilidades acumuladas, los beneficios de las inversiones de capacitación que realiza una empresa pueden terminar siendo apropiadas por otras empresas (*poaching externalities*). Tercero, en la medida que el capital humano no puede ser utilizado como garantía para acceder al crédito, las restricciones de liquidez pueden desalentar la inversión en formación laboral, particularmente entre las personas más pobres. Finalmente, otro tipo de falla de mercado emerge de la interdependencia entre habilidades de la fuerza laboral y desempeño innovativo de las firmas. Como sugiere la propia idea de complementariedad definida anteriormente, las empresas innovadoras requieren trabajadores calificados. Existe la potencialidad de que la economía quede entrampada en un equilibrio donde las empresas no innovan por la falta de trabajadores con las habilidades adecuadas y las personas no tienen incentivos adecuados a formarse porque no existen suficientes empresas innovadoras que las demanden. Sin mediar otras intervenciones, todos estos factores son conducentes a reducir los incentivos a invertir en formación laboral por parte de empresas y trabajadores, implicando una acumulación de habilidades laborales menor a la que sería socialmente deseable.

4.2 Desafíos para las Instituciones de Formación Profesional (IFP)

El escenario de digitalización, signado por fuertes complementariedades entre calificaciones laborales y nuevas tecnologías, y la existencia de fallas de mercado en la producción de habilidades laborales proveen una renovada justificación para las intervenciones públicas en el área de la formación profesional. Esto comprende la actividad de las IFP y desafía su accionar en varias dimensiones.

4.2.1 Capacidad de anticipar la demanda futura de habilidades

Un tema crucial para las IFP refiere a las capacidades de análisis de la demanda futura de habilidades laborales y de cómo la tecnología impactará en el contenido de tareas de las distintas ocupaciones, desagregando sectores y regiones dentro de cada país. Un aspecto importante es distinguir la naturaleza del cambio tecnológico en las distintas ocupaciones, que tareas humanas serán sustituidas y que tareas serán complementadas o transformadas por las nuevas tecnologías, generando nuevos bienes y servicios y estimulando la demanda de nuevas habilidades. Como fue mencionado antes, la literatura reciente muestra que la no consideración de la variabilidad de las tareas entre personas dentro de una misma ocupación poder llevar a estimaciones dramáticamente diferentes del grado de exposición al riesgo de automatización (Frey y Osborne, 2013; Arnzt et al., 2017; Belloc et al., 2021).

[20] Amodio y de Roux (2021) estiman que trabajadores industriales en Colombia reciben salarios 40% inferiores a su productividad marginal.

Es importante además considerar un conjunto de habilidades transversales que se configuran como complementarias de las nuevas tecnologías. Esto incluye el pensamiento crítico, habilidades sociales y de comunicación. Lo anterior sugiere que no existiría una contraposición sino una complementariedad entre formación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y conocimiento humanístico (Deming, 2017). Obviamente, el carácter plenamente transferible de estas habilidades vuelve al mercado un mecanismo poco idóneo para su producción. Sin embargo, el proceso de formación de habilidades no cognitivas es complejo y comienza en etapas educativas tempranas, sugiriendo la importancia de articular el sistema educativo y el sistema de formación profesional. En cuanto al rol de la formación profesional, una reciente evaluación de impacto en Colombia muestra que la inclusión de un componente de formación en habilidades sociales en un programa de formación técnica para el trabajo mejoraría la inserción laboral de los participantes en el largo plazo (Barrera-Osorio et al., 2020).

Los sistemas estadísticos tradicionales (ej: encuestas de hogares) en los que se basa el análisis del mercado laboral no suelen proveer la información necesaria para este tipo de análisis prospectivo de la demanda de calificaciones. Muchas veces las estadísticas carecen de la desagregación o la frecuencia necesaria. Posiblemente, se necesite explotar fuentes de información no convencionales (microdatos administrativos de alta frecuencia, análisis de vacantes, etc.) y apoyarse en el trabajo conjunto de analistas de datos, economistas laborales y especialistas en educación y formación profesional y análisis cualitativos a nivel sectorial para generar la información necesaria. [21]

¿Qué capacidades disponen actualmente las IFP para realizar análisis prospectivos del impacto de la tecnología en la demanda de habilidades en los distintos sectores de actividad?

4.2.2 Capacidades de evaluación de impacto

El elevado dinamismo del escenario tecnológico y su impacto continuo en la demanda de habilidades obliga a las IFP a experimentar, evaluar el impacto y costo-efectividad de sus actividades, revisar, escalar o discontinuar ofertas de capacitación. De no mediar revisiones continuas en la oferta de cursos, es probable observar un desacople creciente entre lo que ofrecen las IFP y lo que demandan los sectores productivos.

Los meta-análisis disponibles sobre el efecto de los programas de formación laboral en las trayectorias de empleo y salarios no siempre ofrecen resultados concluyentes e indican que

[21] Ver Dutz et al. (2018).

detalles en el diseño de los programas tienden a condicionar sus resultados (Greenberg et al., 2003; Card et al., 2018). Un aspecto importante a considerar en estas evaluaciones son los efectos de equilibrio general. Muchas políticas activas de empleo pueden beneficiar a un grupo de trabajadores, pero tener el efecto no intencionado de desplazar a otros trabajadores (particularmente en contextos de alto desempleo) por lo que sus beneficios netos podrían ser modestos (Crépon et al., 2013).

En la región, varias evaluaciones de impacto han arrojado resultados positivos, particularmente en el caso de programas dirigidos a la población joven (Card et al., 2011; Escudero et al., 2017, Attanasio et al.2017; Berniell y de la Mata, 2017; Ibarraran, Kluve, Ripan y Rosas, 2015; Araya y Rivero, 2017). Sin embargo, es necesario relevar en qué medida la evaluación está integrada de forma sistemática en las actividades de las IFP.

¿Qué tan frecuentes son las evaluaciones de impacto de los programas que desarrollan las IFP? ¿Tienen las IFP capacidades propias para realizar estas evaluaciones? ¿Cómo se combinan las evaluaciones de impacto causal con otras formas de evaluación?

4.2.3 Programas de capacitación sectoriales y negociación colectiva

Evidencia reciente indica que los programas de capacitación de base sectorial ofrecen resultados promisorios en cuanto a mejorar la sostenibilidad de las trayectorias laborales de trabajadores con mayores desventajas (Schaberg, 2020; Katz et al., 2020; Naidu y Sojourner 2020). En la medida que ciertas habilidades laborales son demandadas por muchas empresas de un mismo sector, estas habilidades se constituyen en un bien público sectorial que ninguna empresa tendrá incentivos de proveer individualmente. En este contexto, el beneficio privado de la capacitación es menor al beneficio social, dado que el trabajador podría cambiar de empresa y la inversión terminaría siendo apropiada por empresas competidoras. Los programas sectoriales pueden contribuir a identificar nichos de alta de demanda de empleo y mitigar este tipo de fallas de coordinación y problemas de acción colectiva entre empresas. Usualmente estos programas combinan capacitación y otros servicios de soporte y seguimiento de los participantes.

En el contexto latinoamericano, la expansión de programas sectoriales de este tipo podría ser una posibilidad, particularmente en países con buen desarrollo y cobertura de la negociación colectiva sectorial[22] o donde las IFP funcionan articuladamente con mesas o consejos

[22] Por un análisis del efecto de distintas estructuras de representación de los trabajadores sobre la inversión en capacitación laboral, ver Berton et al. (2020) y Kambayashi y Kato (2020).

sectoriales (Ghezzi, 2017; OIT, 2017). Más allá de destacar la importancia de las instancias sectoriales, es importante que el sistema de formación profesional incorpore las demandas de los sectores productivos más dinámicos, las pequeñas empresas y los sectores informales.

¿Cuál es el grado de articulación entre IFP e instancias de negociación colectiva o consejos sectoriales? ¿En qué actividades concretas se traduce dicha articulación y cómo medida retroalimenta el funcionamiento de las IFP?

4.2.4 Capacitación en prácticas de gestión empresarial

El vínculo digitalización-productividad de micro y pequeñas empresas depende del desarrollo de capacidades internas, incluyendo la dotación de habilidades digitales y la orientación adecuada de sus prácticas de gestión (ILO, 2021).

La actividad de las IFP ha estado tradicionalmente orientada a la formación de trabajadores. Pero la evidencia sobre el vínculo entre digitalización y productividad pone de manifiesto la existencia de sinergias entre tecnologías, habilidades de la fuerza laboral y calidad de las prácticas de gestión empresarial. Además, el impacto productivo de la digitalización en América Latina depende de su adopción generalizada por parte de un amplio segmento de empresas pequeñas de baja productividad.

Una línea de investigación relativamente reciente documenta la importancia de la calidad del *management* empresarial para explicar la heterogeneidad productiva (brechas de productividad) entre países y entre empresas al interior de los sectores (Bloom y Van Reenen, 2010). CAF (2018) destaca el problema de la baja calidad de gerenciamiento de las empresas latinoamericanas como posible barrera a la adopción de tecnologías y a las mejoras de productividad. La falta de competencia en muchos mercados tampoco contribuye a la selección natural de empresas mejor gestionadas. Lemos y Scur (2018) también asocian el mal gerenciamiento a fricciones vinculadas a la propiedad familiar de las empresas (ver, por ejemplo, Tsoutsoura, 2021). En este contexto, algunos estudios muestran efectos positivos de intervenciones orientadas a brindar asesoramiento y capacitar en prácticas modernas de gestión empresarial. Por ejemplo, Bloom et al. (2018) proveen de forma aleatoria asesoramiento gerencial a un grupo de empresas textiles en India, observando un aumento de la productividad de 17% al cabo de un año y efectos positivos persistentes luego de 7 años de finalizada la intervención. También mediante un experimento aleatorio, Bruhn et al. (2018) ofrecen formación y asesoría en gerencia a pequeñas empresas en México, observando un aumento la productividad y mejoras persistentes del empleo y las ventas a mediano plazo. En un reciente meta-análisis, McKenzie (2021) estima que los programas de capacitación a micro

y pequeñas empresas en países en desarrollo tienen efectos positivos del orden del 5-10% sobre los beneficios y las ventas. El autor destaca el potencial de las nuevas tecnologías para expandir la cobertura de este tipo de intervenciones y personalizar sus contenidos.

¿Qué rol pueden tener las IFP en la formación de prácticas de gestión empresarial de micro y pequeñas empresas?

4.2.5 El impacto de la digitalización en las propias IFP

La digitalización impacta en el propio funcionamiento de las IFP y genera oportunidades de renovar formatos y propuestas pedagógicas. Esto se ya se expresa, por ejemplo, en el crecimiento de las modalidades de formación profesional a distancia, *e-learning* y diseños curriculares híbridos y más flexibles (OIT, 2017; 2020). Sarma y Bonvillan (2020) enfatizan la importancia de integrar a la formación profesional los nuevos conocimientos generados por las ciencias de la educación en materia de educación online.

De acuerdo a información elaborada por CINTERFOR, aproximadamente 3 millones de personas participaron en instancias de formación a distancia impartidas por IFP en 2019. Esto representó un 14% del total de participantes en actividades de formación. Un aspecto importante es el potencial de las nuevas tecnologías para desarrollar programas de formación laboral que atiendan la inclusión social. En el contexto de mercados laborales duales como los que caracterizan a muchos países latinoamericanos, las brechas en las oportunidades de formación en el trabajo entre el sector formal e informal constituyen una dimensión ineludible a considerar.[23]

También resulta relevante determinar cómo impacta la digitalización a las propias IFP en términos de gobernanza, organización interna y dotación de recursos humanos. La misma noción de complementariedad utilizada para analizar el vínculo entre nuevas tecnologías y productividad a nivel de la economía en general puede aplicarse al caso de las IFP. Por ejemplo, las IFP de América Latina son altamente heterogéneas en cuanto a la proporción de actividades ejecutadas a través de centros propios, contratos licitados con entidades de capacitación externas y unidades móviles (OIT, 2017). Los modelos basados en la provisión mediante centros propios podrían enfrentar problemas de rigidez y menor capacidad de adaptación de su oferta. Por otro lado, los modelos donde predomina la externalización de actividades posiblemente enfrenten el problema de la coordinación y heterogeneidad en la calidad de los servicios. En este sentido, resulta interesante determinar cómo impactan las

[23] En base a información de la encuesta CAF-2015, CAF (2018) muestra que los trabajadores informales tienen menor probabilidad de recibir formación en el puesto de trabajo que trabajadores similares ocupados en el sector formal de la economía.

nuevas tecnologías en IFP caracterizadas por modelos de funcionamiento operativo diferente. Además de analizar las barreras internas que dificultan la utilización plena de las nuevas tecnologías, resulta importante indagar en cómo el desarrollo heterogéneo de las infraestructuras digitales nacionales en América Latina, en términos de costo, penetración y calidad, ha condicionado las trayectorias de digitalización de las IFP. Resulta particularmente relevante mapear las diferentes respuestas de las IFP y el rol de las nuevas tecnologías en el contexto de las restricciones impuestas por la pandemia y qué inercias puede tener eso a futuro.

¿Cuál es el grado de digitalización de las IFP? ¿Cómo ha impactado la oferta de formación profesional en cuanto al diseño curricular y las propuestas pedagógicas utilizadas? ¿Qué barreras internas y externas enfrentan las IFP para adoptar TIC? ¿En qué medida la crisis del COVID-19 ha acelerado procesos de reestructura organizacional y tecnológica de las IFP?

5. Comentarios finales

En este documento, utilizamos la noción de complementariedad organizacional como marco para analizar el vínculo entre digitalización y productividad y sus impactos laborales. En general, la evidencia sugiere que el potencial de mejora de la productividad asociado a las nuevas tecnologías digitales solo puede realizarse si se desarrollan habilidades laborales y prácticas gerenciales complementarias. En este sentido, las mejoras en la infraestructura digital son una condición necesaria, aunque no suficiente, para provechar el potencial de las nuevas tecnologías. Aunque no existe evidencia concluyente que sugiera una mayor polarización laboral en la región, el nuevo escenario tecnológico favorece a los trabajadores de mayor calificación y expone a los trabajadores con menor formación a una mayor vulnerabilidad. Aun cuando la digitalización no tenga efectos sobre el empleo agregado, se resulta esperable continuar observando fuertes procesos de reestructura empresarial y cambios en la estructura del empleo, con implicancias en términos de transiciones laborales y bienestar para muchos trabajadores y trabajadoras de la región, que requerirán la atención de las políticas públicas.

En este marco, identificamos importantes desafíos para las IFP. Dichos desafíos tienen que ver con la anticipación de los cambios en la demanda de habilidades, el fortalecimiento de las unidades de evaluación de impacto, el desarrollo de enfoques sectoriales, la formación en prácticas modernas de gestión empresarial y el aprovechamiento de las nuevas tecnologías, de modo de desarrollar nuevas propuestas curriculares y pedagógicas, favorecer la inclusión de segmentos tradicionalmente excluidos de la formación profesional y mejorar el funcionamiento interno de las propias IFP. Muchas de estas dimensiones y las preguntas que

este documento deja planteadas serán abordadas en entrevistas en profundidad con personal directivo y técnico de las propias instituciones.

Referencias

Acemoglu, Daron, and Jorn-Steffen Pischke. 2001. “Beyond Becker: Training in Imperfect Labour Markets.” Economic Journal 109.453 (December): 112–42.

Amodio, F and De Roux, N. 2021. 'Labor Market Power in Developing Countries: Evidence from Colombian Plants'. London, Centre for Economic Policy Research.

Aral and Weill (2007) "IT Assets, Organizational Capabilities and Firm Performance: How Resource Allocations and Organizational Differences Explain Performance Variation", Organization Science, 18(5), September-October: 1-18.

Arntz, M., Gregory, T., Zierahn, U., 2017. Revisiting the risk of automation. Economics Letters 159, 157–160.

Athey, S., and S. Stern (1998) “An Empirical Framework for Testing Theories about Complementarities in Organizational Design,” NBER Working Paper No. 66.

Almeida Rita K. & Ana M. Fernandes & Mariana Viollaz, 2020. "Software Adoption, Employment Composition, and the Skill Content of Occupations in Chilean Firms," Journal of Development Studies, vol. 56(1), 169-185.

Banga, Karishma, and Dirk Willem te Velde, “Digitalisation and the Future of Manufacturing in Africa,” SET Discussion Paper, March 2018 (https://set.odi.org/wp-content/uploads/2018/03/SET_Digitalisation-and-future-of-African-manufacturing_Final.pdf)

Barrera-Osorio, Felipe, Adriana D. Kugler, and Mikko I. Silliman. 2020. “Hard and Soft Skills in Vocational Training: Experimental Evidence from Colombia.” NBER WP No. 27548.

Bartel, A., Ichniowski, C., and Shaw, K. (2007) “How Does Information Technology Affect Productivity? Plant-Level Comparisons of Product Innovation, Process Improvement, and Worker Skills”, Quarterly Journal of Economics (122:4): pp. 1721-1758.

Becker, Gary S. 1962. “Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis.” Journal of Political Economy 70, no. 5, Part 2 (October): 9–49.

Belloc, F., Burdin, G., Cattani, L., Ellis, W., Landini, F., 2020a. Coevolution of job automation risk and workplace governance. DEPS WP – University of Siena, no. 841.

Berton, Fabio & Carreri, Anna & Devicienti, Francesco & Ricci, Andrea, 2019. "Workplace Unionism, Collective Bargaining and Skill Formation: New Results from Mixed Methods," IZA Discussion Papers 12712.

Black, Sandra E. and Lynch, Lisa M. (2001) "How to Compete: The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity." Rev. of Economics and Statistics, 83(3): 434-45.

Booth, Alison L., and Dennis J. Snower, eds. 1996. Acquiring Skills: Market Failures, Their Symptoms and Policy Responses. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Brambilla y Tortarolo (2020). ‘Investment in ICT, Productivity, and Labor Demand: The Case of Argentina’. Policy Research Working Paper 8325. Washington, DC: The World Bank.

Bresnahan, T., Brynjolfsson, E. and Hitt, L. M. (2002) "Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-level Evidence", Quarterly Journal of Economics (117:1), pp. 339-376.

Brynjolfsson, E. and L. Hitt (1995) "Information Technology As A Factor Of Production: The Role of Differences Among Firms" Economics of Innovation and New Technology, 3(3): 183 – 200.

Brynjolfsson, Erik and Hitt, Lorin M. "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance." Journal of Economics Perspectives, 2000, 14(4), pp. 23-48.

Brynjolfsson, Eric and Paul Milgrom, “Complementarity in Organizations. In Robert Gibbons and John Roberts (eds). The Handbook of Organizational Economics. Princeton: Princeton University Press, 2013.

Brynjolfsson, E., S. Benzell, D. Rock (2020). Understanding and Addressing the Modern Productivity Paradox. Research Brief 13. MIT Work of the Future.

CAF (2018). Instituciones para la productividad. Hacia un mejor entorno empresarial. Corporacion Andina de Fomento.

Card, David, Jochen Kluve, and Andrea Weber. 2018. “What Works? A Meta-Analysis of Recent Labor Market Program Evaluations.” Journal of the European Economic Association 16(3): 894-931

Caroli, E. and Van Reenen, J. (2001) “Skill-Biased Organizational Change: Evidence from a Panel of British and French Establishments”, Quarterly Journal of Economics, 116:4, pp: 1449-1492.

CEPAL y CAF (2020). Las oportunidades de la digitalización en América Latina. Editorial: CEPAL, CAF.

Commander, Simon, Rupert Harrison, Naercio Menezes-Filho; ICT and Productivity in Developing Countries: New Firm-Level Evidence from Brazil and India. The Review of Economics and Statistics 2011; 93 (2): 528–541

Crepón, Bruno, Esther Duflo, Marc Gurgand, Roland Rathelot, and Philippe Zamora. 2013 “Do Labor Market Policies Have Displacement Effects? Evidence from a Clustered Randomized Design,” Quarterly Journal of Economics 128(2): 531-80.

Das, M. and B. Hilgenstock (2018). The exposure to routinization: Labor market implications for developed and developing economies. Working Paper 18/135, IMF.

Deichmann, Uwe, Aparajita Goyal, Deepak Mishra, “Will Digital Technologies Transform Agriculture in Developing Countries?” Policy Research Working Paper 7669, World Bank, May 2016.

Deming, David J. 2017. “The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market.” Quarterly Journal of Economics132 (4) :1593-1640. https://scholar.harvard.edu/ddeming/publications/growing-importance-social-skills-labor-market.

Devaraj, S. and Kohli, R. (2003) Performance Impacts of Information Technology: Is Actual Usage the Missing Link? Management Science, 49 (3), 273-289.

Draca, Mirko, Raffaella Sadun and John Van Reenen (2007), “ICT and Productivity” Handbook of Information of Information and Communication Technologies” R. Mansell, C. Avgerou, D. Quah and R. Silverstone (eds) Oxford Handbook on ICTs, Oxford University Press.

Dutz, M., Almeida, R., and Packard, T. (2018). The Jobs of Tomorrow: Technology, Productivity, and Prosperity in Latin America and the Caribbean. World Bank Publications.

Eden M, P Gaggl (2015), “Do poor countries really need more IT? The role of relative prices and industrial composition”, Policy Research Working Paper Series 7352, The World Bank.

Finkelstein Shapiro, Alan and Federico S. Mandelman, Digital adoption, automation, and labor markets in developing countries, Journal of Development Economics, Volume 151, 2021, 102656.

Frey, C.B., Osborne, M.A., 2017. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change 114, 254–280.

Garicano, Luis and Paul Heaton, "Information Technology, Organization, and Productivity in the Public Sector: Evidence from Police Departments", Journal of Labor Economics, 28(1) pp. 167-201 2010.

Gasparini, L., C. Lombardo, I. Brambilla, A. César y G. Falcone (2021). Routinization and Employment: Evidence for Latin America. Documentos de Trabajo del CEDLAS Nº 276, CEDLAS-Universidad Nacional de La Plata.

Ghezzi, Piero, “Mesas Ejecutivas in Peru: Lessons for Productive Development Policies,” Global Policy Journal, July 2017, pp. 369-380

Grazzi, M. and Jung, J. (2016). Information and Communication Technologies, Innovation, and Productivity: Evidence from Firms in Latin America and the Caribbean, pages 103–135. Palgrave Macmillan US, New York.

Greenberg, David H., Charles Michalopoulos, Phillip K. Robins. 2003. “A Meta-Analysis of Government-Sponsored Training Program.” ILR Review 57(1): 31-53.

ILO (2021). Small goes digital - How digitalization can bring about productive growth for micro and small enterprises. International Labour Office – Geneva.

Jensen, Robert, “The Digital Provide: Information (Technology), Market Performance, and Welfare in the South Indian Fisheries Sector,” Quarterly Journal of Economics, Vol. 122, No. 3, August 2007, pp. 879-924.

Kochan, T., Helper, S., Kowalski, A., Van Reenen, J., 2020. Interdependence of Technology and Work Systems. Technical Report. MIT Work of the Future.

Litwin, Adam Seth, “Technological change at work: The impact of employee involvement on the effectiveness of health information technology.” Industrial & Labor Relations Review, 64(5), 863-888, 2011.

Machin, Stephen, Sandra McNally, Olmo Silva, New Technology in Schools: Is There a Payoff?, The Economic Journal, Volume 117, Issue 522, July 2007, 1145–1167.

Maloney, W. F. and C. A. Molina (2016). Are automation and trade polarizing developing country labor markets, too? Policy Research Working Paper Series 7922, The World Bank.

McKenzie, D. (2021). Small business training to improve management practices in developing countries: re-assessing the evidence for ‘training doesn’t work’, *Oxford Review of Economic Policy*, Volume 37, Issue 2, Summer 2021, 276–301.

Michaels, G., Natraj, A., and Van Reenen, J. (2014). Has ict polarized skill demand? evidence from eleven countries over twenty-five years. Review of Economics and Statistics, 96(1):60–77.

Mumford, E. “The Story of Socio-Technical Design: Reflections on its Successes, Failures, and Potential.” Information Systems Journal 16, (4), 2006, 317-342.

OIT, 2017. El futuro de la formación profesional en America Latina y el Caribe: diagnostico y lineamientos para su fortalecimiento. Montevideo: Oficina Regional de la OIT para America Latina y el Caribe. CINTERFOR.

OIT, 2020. The Digitization of TVET and Skills Systems. Geneva: ILO 2020.

Rodrik, D. (2018). New Technologies, Global Value Chains, and the Developing Economies. Background Paper 1. Pathways for Prosperity Commission.

Dani Rodrik & Stefanie Stantcheva, 2021. "A Policy Matrix for Inclusive Prosperity," NBER Working Papers 28736, National Bureau of Economic Research, Inc.

Sarma and Bonvillan (2020). Applying New Education Technologies to Meet Workforce Education Needs, Research Brief. MIT Work of the Future.

Soete, Luc 1985. International diffusion of technology, industrial development and technological leapfrogging, World Development, Volume 13, Issue 3, 409-422.

Suri, Tavneet, and William Jack, “The long-run poverty and gender impacts of mobile money,” Science, Vol. 354, Issue 6317, 9 Dec 2016, pp. 1288-1292.

Stevens, Margaret. 1994. “A Theoretical Model of on-the-Job Training with Imperfect Competition.” Oxford Economic Papers 46, no. 4 (October): 537–62.

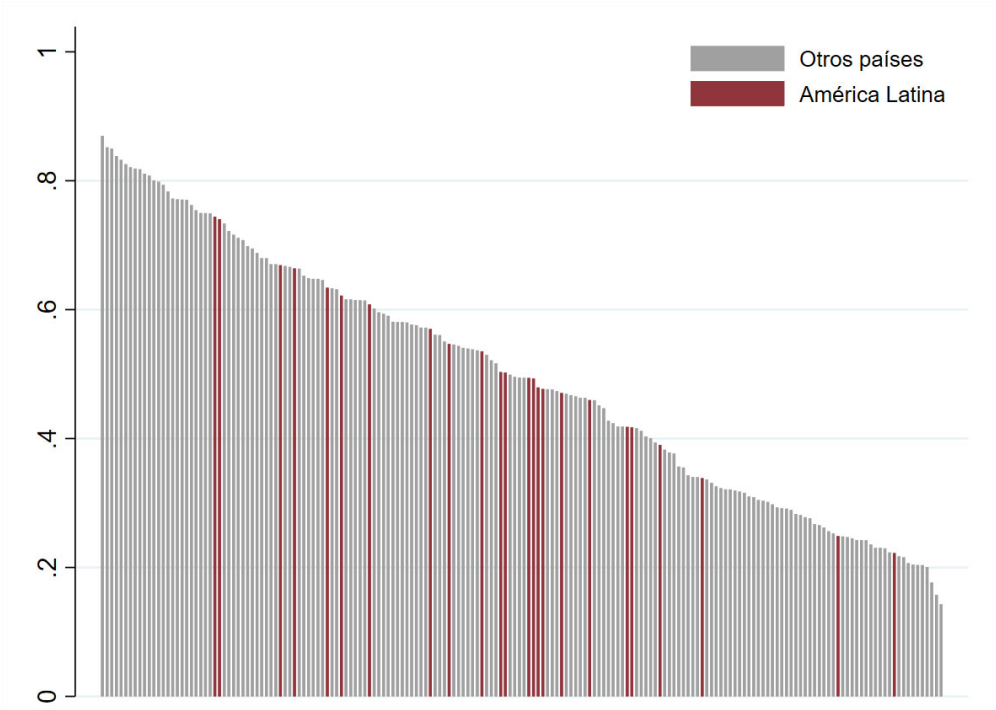
Stiroh, K. (2005). Reassessing the impact of IT in the production function: A meta-analysis and sensitivity tests. Annales d’Economie et de Statistique, pages 529–561.

Tsoutsoura, M. (2021). Family firms and management practices, *Oxford Review of Economic Policy*, Volume 37, Issue 2, 323–334.

Viollaz, M. (2019). Information and communication technology adoption in micro and small firms: Can internet access improve labour productivity? Development Policy Review, 37(5):692–715.

Anexo

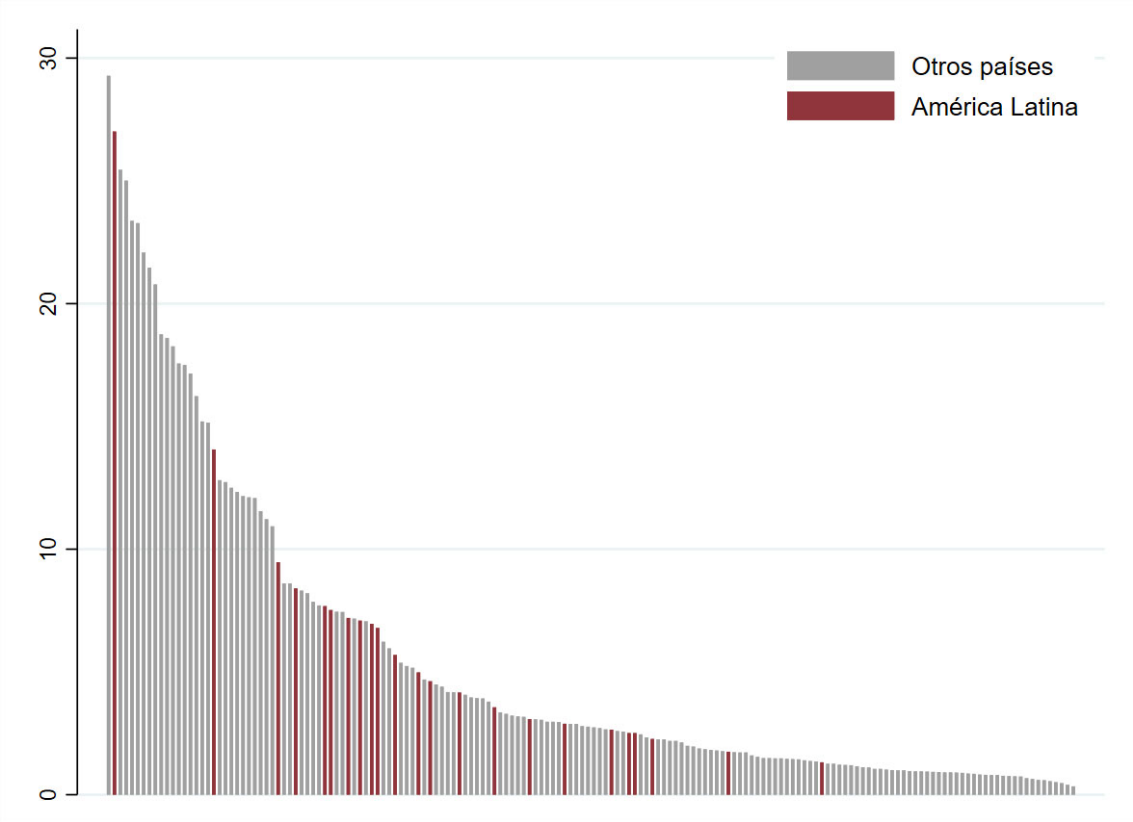
Figura A.1 Índice de Adopción Digital



Notas: Índice de Adopción Digital por parte de empresas, gobierno y personas. El índice toma valores en la escala 0-1 y se construye a partir de cuatro indicadores: número de servidores seguros, velocidad de bajada, cobertura 3G y proporción de firmas que usan website. Promedio valores 2014 y 2016. Fuente: Banco Mundial.

Figura A.2 Costo de suscripción de banda ancha fija.

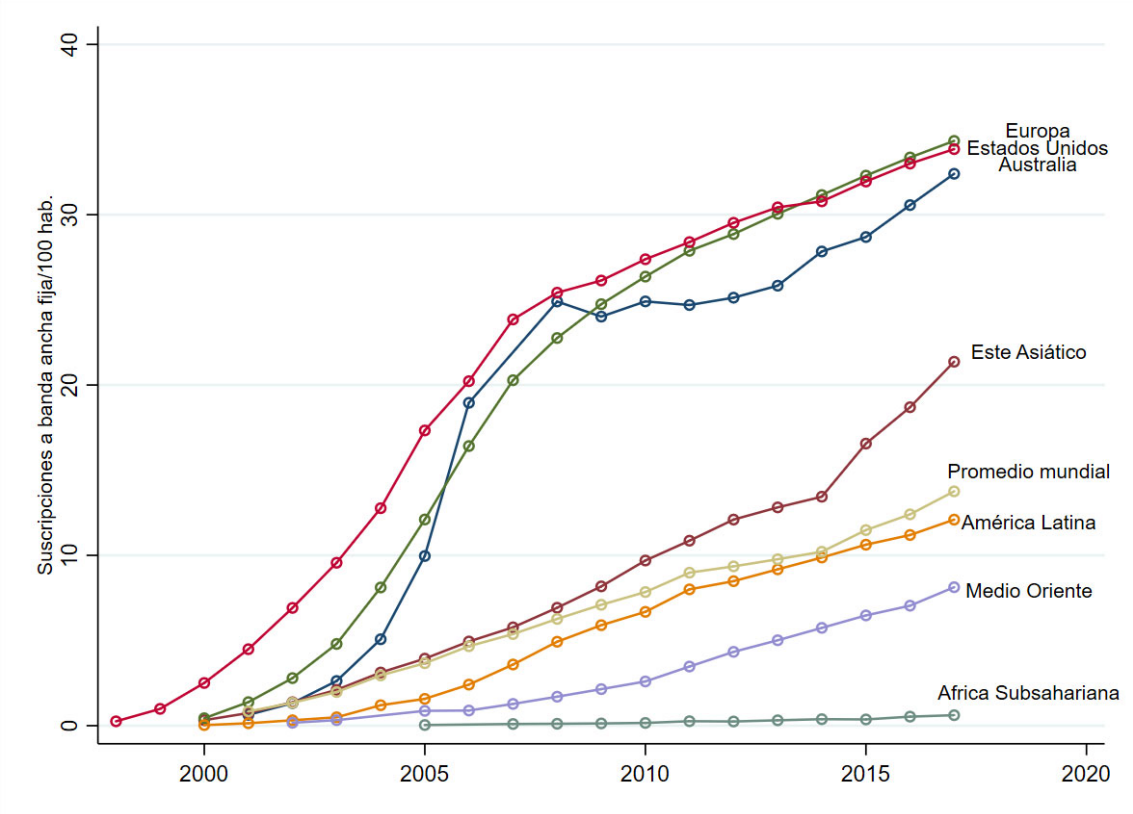
(en % de Ingreso Nacional Bruto per cápita, 2020)



Notas: Costo de suscripción a internet fija expresado como porcentaje del Ingreso Nacional Bruto per cápita. Datos refieren al plan más barato que provee al menos 5GB de alta velocidad (≥ 256Kbit/s) del operador con la mayor participación de mercado. Datos recopilados por A4AI y ITU durante el segundo trimestre de 2020. Fuente: International Telecommunication Union. CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Figura A.3 Acceso a internet según regiones

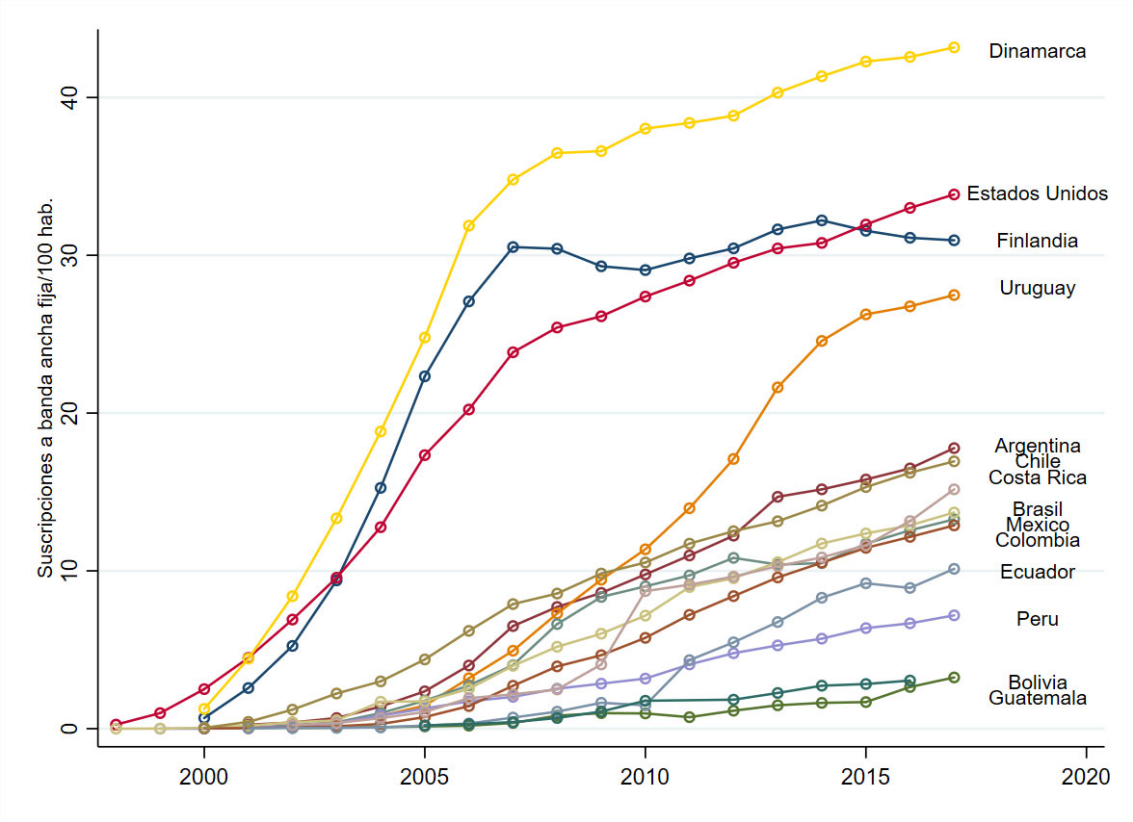
(suscripciones a banda ancha fija cada 100 hab.)



Notas: Suscripciones a internet fija (velocidad igual o mayor 256 kbit/s) cada 100 habitantes. Incluye suscripciones residenciales y de organizaciones. Fuente: WDI, Banco Mundial /Our World in Data en base a International Telecommunication Union, World Telecommunication/ICT Development Report and database.

Figura A.4 Acceso a internet en países seleccionados

(suscripciones a banda ancha fija cada 100 hab.)



Notas: Suscripciones a internet fija (velocidad igual o mayor 256 kbit/s) cada 100 habitantes. Incluye suscripciones residenciales y de organizaciones. Fuente: WDI, Banco Mundial /Our World in Data en base a International Telecommunication Union, World Telecommunication/ICT Development Report and database.