

Impacto económico del COVID-19 sobre la infraestructura digital*

Por Raúl L. Katz**

Resumen

En el contexto actual de pandemia, las tecnologías digitales se han convertido en un facilitador clave de conectividad, y, con ello, el acceso a una infraestructura confiable se ha vuelto cada vez más importante. En este sentido, la Unión Internacional de Telecomunicaciones intercambió puntos de vista con respecto a la reciente investigación y análisis sobre a) el impacto económico del COVID-19 en la infraestructura digital; y b) la contribución de dicha infraestructura a la resiliencia social y económica en pandemia; y envió una encuesta a expertos económicos para que compartan toda investigación relevante sobre ambos tópicos. Este artículo proporciona un resumen de las respuestas a la encuesta, así como un informe conciso y viable sobre las iniciativas potenciales dentro del espacio de la economía digital que podrían incrementar la resiliencia social y económica.

Palabras clave

COVID-19 – TIC – infraestructura digital – resiliencia social y económica.

* Este artículo es un resumen del trabajo «The Economic Impact of COVID-19 on Digital Infrastructure: Report of an Economic Experts Roundtable organized by ITU», presentado como GSR-20 Discussion Paper e incluido en <<https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/2020/Pages/default.aspx>>. Traducción de Oscar Oszlak.

** Doctor en Ciencias de Gestión y Ciencias Políticas. Magister en Políticas y Tecnología de las Comunicaciones del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). Licenciado y Magister en Ciencias de la Comunicación de la Universidad de París. Magister en Ciencias Políticas de la Universidad de París-Sorbona. Director de Investigación de Estrategia Empresarial en el Columbia Institute for Tele-Information, Profesor Visitante en la Universidad de San Andrés. Presidente de Telecom Advisory Services, LLC. Antes de fundar Telecom Advisory Services, trabajó veinte años en Booz Allen Hamilton, donde se desempeñó como Líder de la Práctica de telecomunicaciones en América del Norte y América Latina, y miembro del equipo de dirección de la firma. Ha publicado cinco libros y más de treinta artículos sobre políticas públicas en la economía digital.

Abstract

In the current pandemic context, digital technologies have become a key enabler of connectivity as never before, and with it, access to reliable infrastructure has become increasingly important. The International Telecommunication Union exchanged views regarding recent research and analysis on a) the economic impact of COVID-19 on digital infrastructure; and b) the contribution of said infrastructure to social and economic resilience in pandemic; and sent a survey to economic experts to share all relevant research on both topics. This article provides a summary of the survey responses, as well as a concise and actionable report on potential initiatives within the digital economy space that could increase social and economic resilience.

Key words

COVID-19 – ICT – digital infrastructure – social and economic resilience.

Introducción

La crisis del COVID-19 ha exigido revisar hacia abajo las previsiones de crecimiento de la economía global, al tiempo que todos los aspectos de nuestra vida cotidiana se ven afectados por la pandemia. El impacto negativo sobre la actividad económica es extremadamente amplio: desde una dramática disminución del gasto de consumo discrecional hasta el congelamiento de la actividad comercial y productiva, incluyendo inversiones de capital, reclutamiento de personal y reducción de todo aquello que no sean gastos operativos esenciales.

Aun así, somos testigos de que, en las circunstancias actuales, algunas infraestructuras pueden resultar vitales para nuestras vidas y, por ende, son más demandadas, como ocurre con los productos y servicios que ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). En el contexto de pandemia global, las tecnologías digitales se han vuelto un facilitador fundamental de la conectividad, ya que hicieron posible, en cierta medida, que continuemos con nuestra vida cotidiana al vincularnos más que nunca. A medida que las ciudades y los países solicitaban a su población confinarse en sus hogares, más personas usaban sus computadoras y celulares como salvavidas y herramientas para sustituir en línea las actividades presenciales.

Algunos de estos hábitos podrán continuar en la *nueva normalidad* —o, al menos, hasta que se logre una solución de largo plazo, como el hallazgo de una vacuna efectiva—. Por lo tanto, la necesidad de acceder a una infraestructura digital confiable se ha vuelto cada vez más importante, dado que ciertos aspectos de las TIC son esenciales en un período de aislamiento, tales como la oportunidad de teletrabajo; el acceso a servicios de salud mediante la telemedicina; la logística y distribución de alimentos; los pagos en línea sin contacto humano; y la enseñanza y entretenimiento a distancia.

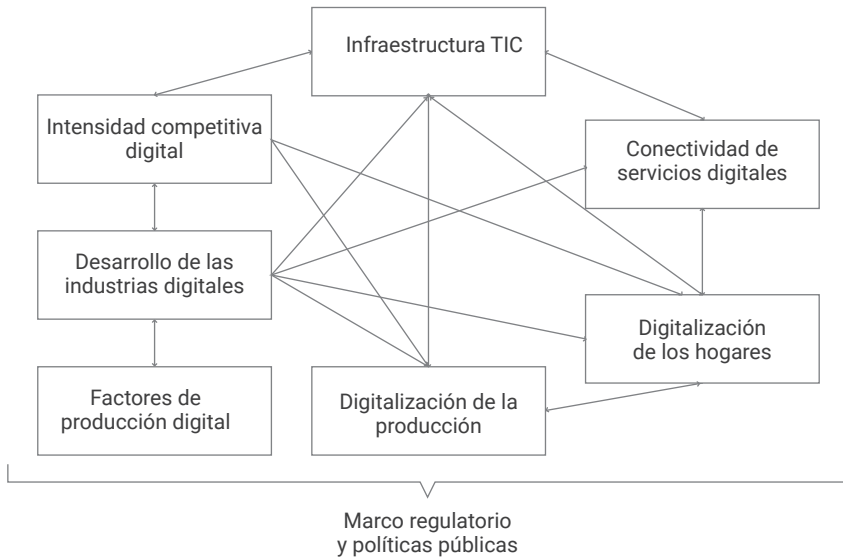
El presente trabajo propone evaluar el impacto económico del COVID-19 en la infraestructura digital, así como la contribución de esta última a elevar la resiliencia social y económica en el contexto pandémico. Los hallazgos y conclusiones proporcionan un informe conciso y operativo de las iniciativas potenciales que, en el marco de la economía digital, pueden incrementar la resiliencia social y económica.

1. El impacto del COVID-19 sobre la estructura digital

Componente vital de la economía de un país, la infraestructura digital facilita el flujo de bienes, posibilita las exportaciones y asegura la prestación de servicios públicos a la población. Las redes de telecomunicaciones, columna vertebral de la infraestructura digital, se categorizan en tres grupos: a) redes internacionales, que aseguran la conectividad de un país con el resto del mundo; b) redes de transmisión nacionales, que dan soporte al transporte de señales entre centros urbanos; y c) redes de acceso, cuyo objetivo es la *última milla*, es decir, llegar a los usuarios. Desde un punto de vista tecnológico, las redes internacionales funcionan a través de cables submarinos, fibra óptica o redes terrestres de microondas, y comunicaciones satelitales; las nacionales, tanto mediante fibra óptica como microondas o enlaces satelitales; y las de acceso, con cables de cobre, fibra óptica, redes híbridas de fibra y cable coaxial, y redes inalámbricas. Cada tecnología ha ido evolucionando a lo largo del tiempo en función de sucesivas oleadas de innovación, como, por ejemplo, las generaciones de telecomunicaciones celulares: 2G, 3G, 4G y 5G.

La infraestructura digital se encuentra en el centro de un ecosistema denominado *economía digital*. Este ecosistema está compuesto por ocho componentes interconectados (Figura 1).

Figura 1. Estructura de la economía digital



Fuente: Katz y Callorda (2018)

La infraestructura de servicios digitales facilita el acceso a contenidos y servicios digitales a personas, empresas y gobiernos. También ofrece interconectividad a participantes en la cadena de valor digital —por ejemplo, desarrolladores de contenidos digitales, plataformas de Internet, entre otros—, de modo que pueden ofrecerles a los usuarios una propuesta de valor. Si la infraestructura no responde eficazmente a las demandas sociales y económicas, estas impactan de manera negativa sobre el conjunto del ecosistema digital. Esta es la razón por la cual resulta importante evaluar de qué modo las redes de telecomunicaciones responden ante disrupciones masivas, como lo es la pandemia en curso.

El despliegue gradual de las medidas sanitarias adoptadas para enfrentar el COVID-19, como el cierre de lugares de trabajo y el confinamiento cuarentenario, ha conducido a un pico en el uso de las redes de telecomunicaciones: el tráfico de Internet creció, en términos generales, aproximadamente, un 30 %. Además, la transición hacia el teletrabajo produjo una sustitución del tráfico empresarial

por el residencial. El tráfico de redes ya no proviene exclusivamente de los distritos comerciales o los centros industriales; ahora se origina también en áreas residenciales. De manera similar, en respuesta al cierre de empresas, una proporción del tráfico de datos se trasladó de redes móviles a redes fijas de wifi, lo que hizo que las pautas de tráfico diario cambiaran. A diferencia del período previo al COVID-19, el tráfico de Internet comenzó a crecer en las mañanas hasta niveles cercanos al pico nocturno, en parte como resultado del teletrabajo, pero también por efecto de un sostenido uso de transmisión (Reynolds, 2020). Finalmente, el tráfico de voz móvil se incrementó a raíz del aumento en el número de llamadas y su duración.

Si miramos hacia el futuro, se espera que el crecimiento general en el tráfico se convierta en un fenómeno permanente. La Tabla 1 presenta algunos ejemplos del aumento en el tráfico, compilados a partir de operadores de telecomunicaciones y plataformas OTT (*over the top*).

Los incrementos en el uso recién descritos han dado como resultado una erosión temporaria de índices de calidad de redes en algunos países. Según Ookla/Speedtest, en ciertos países, la velocidad promedio de Internet y los índices de latencia —suma de retardos temporales de la red— tuvieron cambios considerables desde comienzos de febrero de 2020. Dicho esto, el cierre de empresas a causa de la difusión del coronavirus no afectó del mismo modo, o al mismo tiempo, a todos los países y regiones. Para empezar, los cambios en el tráfico de las redes de telecomunicaciones ocurrieron como consecuencia del momento en el cual se produjeron los confinamientos a nivel nacional. Por ejemplo, en la China, la cuarentena se decretó el 2 de febrero, mientras que, en Europa y los Estados Unidos, a mediados de marzo. Adicionalmente, no hubo una pauta uniforme de confinamiento. Algunos países adoptaron una cuarentena estricta, que afectó simultáneamente a escuelas, lugares de trabajo, comercios minoristas de manera uniforme en todo el territorio nacional. Otros impusieron cuarentenas en algunas regiones o estados. En algunos países, si bien la cuarentena se impuso en todo el territorio, la implementación de medidas fue gradual. Finalmente, hubo algunos casos en los que el cierre no fue forzoso, sino voluntario —por ejemplo, Suecia, Kenia—. Los distintos modelos de confinamiento han impactado de manera diferente en el desempeño de las redes: los cierres nacionales uniformes redujeron la velocidad de banda

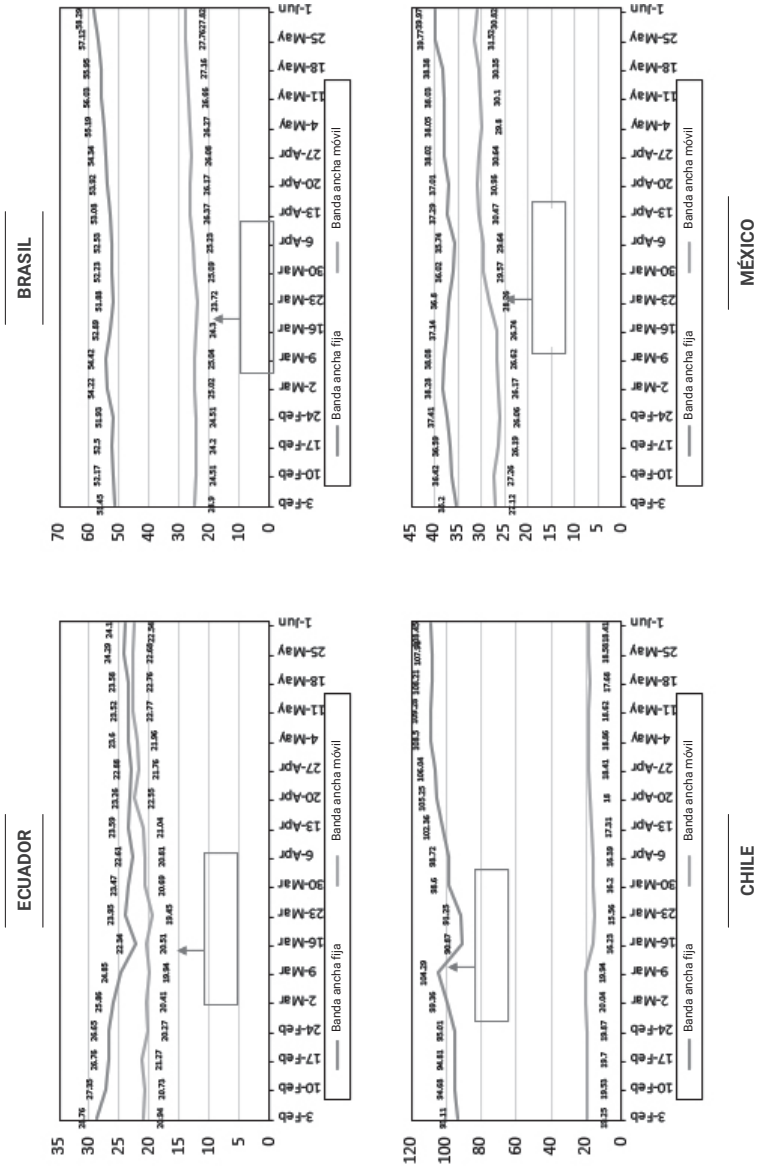
ancha e incrementaron la latencia, mientras que las medidas graduales tuvieron un efecto mucho menos notorio. El Gráfico 1 presenta algunos ejemplos seleccionados en países en desarrollo.

Tabla 1. Aumento del uso de Internet por COVID-19

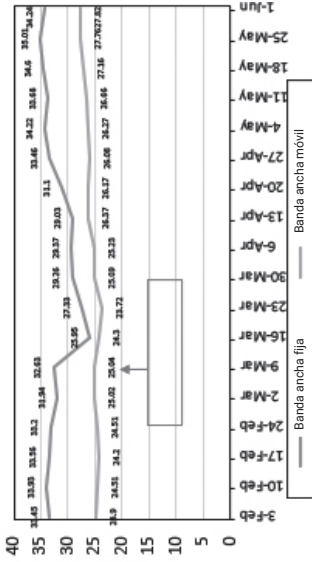
Área	Proveedor del servicio	área de aumento porcentual de uso	Fuente
Tráfico de telecomunicaciones	AT&T (EE.UU.)	Tráfico de la red principal (22 %)	AT&T
	British Telecom (Reino Unido)	Tráfico de red fija (60 % de lunes a viernes)	British Telecom
	Telecom Italia (Italia)	Tráfico de Internet (70 %)	Telecom Italia
	Vodafone	Tráfico de datos móviles en Italia y España (30%)	Vodafone
Plataformas OTT	Facebook	Facebook Messenger (50 %)	Facebook
		WhatsApp (Total: 50 %; España: 76 %)	WhatsApp
		Videollamadas (100 %)	Facebook
	Netflix	Base de suscriptores (9,6 % o 16 millones)	Netflix
	E-commerce (México)	Número de usuarios (8 %)	Competitive Intelligence
Videoconferencia	Zoom	Uso diario (300 %)	JP Morgan
	Cisco Webex	Suscriptores (33 %)	Cisco
	Teams (Italia)	Usuarios mensuales (775 %)	Microsoft

Fuente: Analysys Mason (2020)

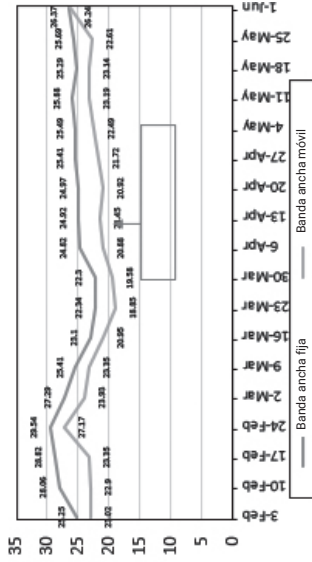
Gráfico 1. Velocidad de Internet en países seleccionados (febrero-junio 2020)



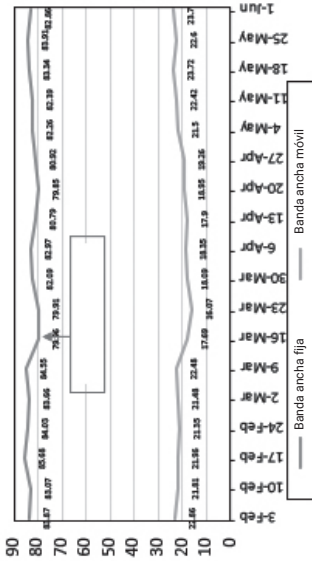
MARRUECOS



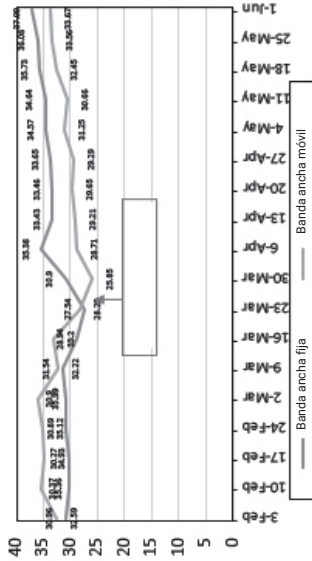
TURQUÍA



MALASIA



SUDÁFRICA



Fuente: Katz, Jung y Callorda (2020a)

Los datos presentados en el Gráfico 1 muestran reducciones en la velocidad de banda ancha entre marzo y abril, que reflejan, a la vez, picos en el acceso a Internet, combinados con cambios en el comportamiento y flujo de tráfico, por ejemplo, cuando más personas comenzaron a trabajar desde sus hogares. Esto es particularmente evidente con respecto a la velocidad de banda ancha fija en todos los casos reportados, aunque con mayor intensidad en el Ecuador, Chile, Marruecos, Sudáfrica y Turquía. En el caso del ancho de banda móvil, se identificaron variaciones significativas en Marruecos, Sudáfrica y Turquía.

2. ¿La infraestructura digital incrementa la resiliencia social y económica?

¿Cuál es la contribución de la infraestructura digital a la resiliencia social y económica que enfrenta la pandemia? A los fines analíticos, definimos *resiliencia socioeconómica* como la capacidad de la sociedad para superar desafíos cruciales, como una guerra o una pandemia, y retornar a la normalidad, creando así una senda hacia un futuro desarrollo. De hecho, después de la atención de la salud, la infraestructura más importante y crucial durante la pandemia del COVID-19 son las telecomunicaciones. Esto plantea dos cuestiones clave: por una parte, si la infraestructura digital contribuye centralmente a la resiliencia socioeconómica, ¿se encuentran las economías en desarrollo menos preparadas que los países avanzados para enfrentar las consecuencias de la pandemia? Por otra parte, con una alta tasa de brecha digital en los países menos desarrollados, cabe preguntarse si la obligada dependencia en TIC refuerza la exclusión e inequidad social.

En este contexto, trataremos primero la cuestión de la resiliencia social, destacando los desafíos de la brecha digital. La segunda cuestión relativa a la económica resume la evidencia que proporciona la investigación respecto a la capacidad de la infraestructura digital para apoyar la producción y distribución de bienes y servicios. Como antecedente, comenzaremos enfatizando la investigación existente sobre cómo ha contribuido la infraestructura digital a construir resiliencia socioeconómica en el contexto de la pandemia.

2.1 Estado de la investigación sobre la contribución de la infraestructura digital a la resiliencia frente a la pandemia

Luego de la ola inicial de temor al contagio y la implementación de medidas sanitarias, surgió de inmediato la evidencia anecdótica que sugería que las tecnologías digitales podrían contribuir a contrarrestar el aislamiento implícito en las medidas de distanciamiento social, incrementar la información del público acerca de las medidas de prevención frente al virus y permitir a los sistemas económicos continuar operando, al menos, parcialmente. Apoyan esta afirmación el incremento exponencial en el tráfico de Internet —analizado en la sección precedente—, la dependencia en el teletrabajo y la necesidad de mantener una oferta de alto desempeño en las cadenas de oferta y distribución. La investigación emergente reafirma la contribución positiva de las tecnologías digitales a la resiliencia socioeconómica frente a la pandemia:

- Estudio de la digitalización como factor de mitigación del SARS-2 de 2003 (Katz *et al.*, 2020b): este estudio se basó en un modelo de regresión multivariado en un panel de datos de 170 países sobre una función de producción combinada con la penetración de banda ancha fija y una variable de control para reflejar el impacto del SARS. Los resultados indicaron que los países con mayor infraestructura de banda ancha tuvieron mayor capacidad para compensar, al menos, parcialmente los efectos negativos de la pandemia.
- Relación entre el Índice de Digitalización de la Producción y la caída en el PBI por efecto del COVID-19 (Katz *et al.*, 2020a): este análisis mostró una correlación entre los ajustes hacia abajo del PIB, según el FMI, y un Índice de Digitalización de la Producción. Las correlaciones indican que, mientras la digitalización no parece impactar sobre la capacidad de un país para mitigar la recesión en 2020, aquellas naciones con mayor digitalización de sus economías tienden a estar asociadas con un menor ajuste hacia abajo de su PIB en 2021.
- Resultados preliminares (Katz *et al.*, 2020c): este análisis preliminar se basó en mínimos cuadrados ordinarios de un panel de regresión sobre

el impacto en el PIB —considerando el pronóstico del FMI para 2021—, respecto al grado de penetración de banda ancha fija, la acumulación de capital fijo, la fuerza de trabajo y el gasto per cápita en salud, tomando en cuenta el número de fallecimientos por millón de habitantes como resultado del COVID-19. Los resultados indican que los países con un alto desarrollo de las redes de banda ancha pueden mitigar más de la mitad del impacto económico negativo ocasionado por la pandemia.

2.2 Límites a la capacidad de la infraestructura digital para incrementar la resiliencia frente a la pandemia

Habiendo establecido parcialmente la ayuda de la infraestructura digital en la mitigación de algunos de los efectos socioeconómicos de la pandemia, es pertinente tratar de entender si existen límites potenciales a esta capacidad. Un consenso compartido por investigadores y decisores políticos subraya que la brecha digital es el principal factor limitante al poder de la digitalización para mitigar el impacto de la pandemia. Esto ha sido estudiado en el marco del impacto real en la capacidad de teletrabajo y en la eficacia del aprendizaje a distancia. La investigación en ambas áreas es concluyente en confirmar esta posición. Adicionalmente, pueden existir barreras al poder mitigante de la digitalización en otras áreas, como una lenta digitalización de la producción y fallas institucionales en la implementación de respuestas gubernamentales en el terreno tecnológico.

2.2.1 El impacto de la brecha digital

La pandemia puso en evidencia la brecha digital existente dentro de todos los países, tanto los avanzados como los emergentes. Las brechas en alcance y calidad de la conectividad de las telecomunicaciones, así como en la alfabetización digital, son factores determinantes en la capacidad de las TIC para mitigar el impacto de la pandemia. Como ejemplo, el uso de Internet en el continente africano, si bien está creciendo, es, por lo general, reducido: 50 % para Sudáfrica —el más elevado—, Nigeria y Kenia con alrededor del 30 %, y algunos países con solo 10 % (Research ICT Africa, 2018). Con ello, la posibilidad de continuar trabajando remotamente o educando a los niños en el hogar disminuye significativamente.

El debate acerca de la brecha digital en el uso de Internet y banda ancha se ha centrado mayormente en torno a estadísticas sobre hogares que poseen una computadora y han adoptado banda ancha. De este modo, la discusión política y la opinión pública han tendido a marcar la necesidad de incrementar la penetración expandiendo la cobertura de la red de telecomunicación. La premisa subyacente es que la brecha digital podría reducirse si se resolvieran las cuestiones que desalientan la inversión en infraestructura. Sin negar que existe cierta relación causal entre inversión y brecha de adopción, es importante enfatizar que una de las variables fundamentales que explican la exclusión digital se encuentra más del lado de la demanda que de la oferta. Si bien la brecha en la oferta mide el segmento de la población de un país determinado que no puede acceder a banda ancha por falta de servicio, la brecha de demanda pone el foco en los usuarios potenciales que podrían adquirir el servicio de banda ancha —por existir operadores que lo ofrecen en su territorio, sea a través de redes fijas o inalámbricas—, pero no lo hacen porque no tienen los medios económicos para adquirirlo, la conciencia de su necesidad o la habilidad para utilizarlo. Así, la brecha de oferta se define por el número de hogares en los que la banda ancha o móvil no está disponible, mientras que la brecha de demanda, por los hogares no suscriptos donde la banda ancha está disponible. El concepto de brecha digital representa la suma de ambos grupos. Y, si bien ha habido una intensa discusión con respecto a la necesidad de proveer cobertura universal —y, por lo tanto, de eliminar la brecha de oferta—, la brecha de demanda no se ha visto beneficiada por un nivel de atención equivalente. El COVID-19 ha colocado esta cuestión en el foco de atención.

Las restricciones a la capacidad de la infraestructura digital para expandir la resiliencia social y económica tienen que ver tanto con las brechas de oferta —cobertura— como de demanda —asequibilidad y alfabetización digital—. La investigación puede ya proporcionar un indicador de las brechas de oferta y demanda como límite al impacto de la infraestructura digital en la promoción de la resiliencia socioeconómica frente a la pandemia. Ello destaca la importancia de adoptar medidas integradas, del lado de la oferta y la demanda, para superar esta inequidad. Si bien muchos países tienen más del 90 % de cobertura de banda ancha —al menos, en tecnología 3G—, tienen menos del 25 % de penetración de Internet. La barrera de acceso a Internet también incluye el costo de los dispositivos y servicio, la alfabetización digital y la falta de contenidos apropiados (Katz y Berry, 2014).

2.2.1.1 La brecha digital como límite al aprendizaje remoto

El confinamiento obligatorio y los cierres de escuelas han hecho que los alumnos se vean obligados a continuar sus clases a través de acceso a banda ancha desde sus hogares. Como un alto porcentaje de los estudiantes del mundo está por el momento fuera de las clases presenciales, la disponibilidad de aprendizaje remoto para ciertos estudiantes, pero no para otros, creará nuevas brechas digitales que impactarán sobre las carreras futuras, particularmente en aquellos que se encuentran cerca de graduarse. La principal causa de esta nueva brecha digital es la falta de banda ancha asequible, sobre todo fuera de las grandes ciudades. Pero una causa secundaria es la falta de dispositivos adecuados para el aprendizaje remoto, así como la necesidad de compartirlos entre varios miembros de una familia. En este contexto, es probable que el impacto sea de largo plazo, ya que la pérdida de seis meses de educación puede tener un golpe de efecto sobre la enseñanza futura. Estos efectos serán regionales; algunas áreas rurales o zonas pobres de las ciudades sufrirán más que otras. En Kenia, por ejemplo, todos los estudiantes estarán obligados a repetir el año escolar 2020, hayan o no participado en el aprendizaje en línea.

El impacto del acceso a banda ancha en el hogar en el desempeño educativo es un área de estudio que ha ganado considerable atención incluso antes de la pandemia (Bulman y Fairlie, 2016). Los análisis más importantes realizados a la fecha han determinado lo siguiente:

Tener una computadora hogareña incrementa la asistencia escolar en 1,4 puntos porcentuales, una vez controladas las variables sociodemográficas (Fairlie, 2005).

- Los adolescentes que tienen acceso a computadoras en el hogar tienen una probabilidad de entre 6 y 8 puntos porcentuales más alta que sus pares sin acceso de terminar sus estudios secundarios, una vez controlados los factores sociodemográficos (Fairlie et al., 2010).
- Los estudiantes secundarios con acceso a computadora en el hogar tienen una relación positiva con el desempeño académico (Fairlie et al., 2010).

- Sin embargo, en un estudio cuasiexperimental realizado con un grupo de alumnos de grados 6-10 en California, no se identificaron evidencias de impacto de las TIC en variables, como las calificaciones o notas de pruebas (Fairlie y Robinson, 2013).
- En relación con este último resultado, un importante estudio en Carolina del Norte halló leves efectos negativos entre computadoras hogareñas y acceso a banda ancha, por un lado, y pruebas de matemática y lectura, utilizando datos de panel y efectos fijos, por el otro, aunque la variable de acceso a banda ancha no fue claramente definida en los modelos (Vigdor et al., 2014).
- El acceso a banda ancha entre estudiantes secundarios de los primeros años mejoró las notas en exámenes, el alcance de las inscripciones a la universidad y el número de admitidos (Dettling et al., 2002).
- Graduación universitaria: Los estudiantes provenientes de minorías étnicas con acceso a una computadora en el hogar tienen mayor probabilidad de completar sus estudios universitarios.

El factor crítico en la evidencia arrojada en la investigación es que esta se realizó en situaciones en que las clases todavía se dictaban en las escuelas. En estas condiciones, la computadora hogareña y el ancho de banda representaban un complemento a la educación presencial —el término utilizado en los Estados Unidos para cuantificar a los estudiantes sin acceso a tecnología era *homework gap* o *brecha de tarea para el hogar*—. En condiciones de asueto, la tecnología se convierte en el único enlace entre el estudiante y el docente. En otras palabras, la *brecha de tarea para el hogar* se convierte en la *brecha escolar*. En tal sentido, los estudiantes sin computadora o sin acceso a banda ancha pasan a estar forzosamente excluidos de asistir a sus centros de enseñanza. Al respecto, aun las estadísticas de una economía avanzada como la de los Estados Unidos son bastante alarmantes. El American Community Survey 2017, preparado por el U.S. Census Bureau, estima que 5.013.242 jóvenes menores de 18 años residen en un hogar con computadora, pero sin suscripción a banda ancha, mientras 2.036.753 jóvenes menores a 18 años residen en un hogar sin computadora. En total, más de 7 millones de

estudiantes se ven afectados por la brecha escolar en las condiciones de cierre inducidas por la pandemia. Si tal es la situación de una economía avanzada con una adopción de banda ancha superior al 85 % de los hogares, es razonable suponer que el mundo en desarrollo está enfrentando una situación mucho más seria. Se estima que, al menos, a nivel mundial, 1 500 millones de estudiantes dependen en condiciones de confinamiento del aprendizaje a distancia.

2.2.1.2 La brecha digital como límite al teletrabajo

El incremento en el tráfico de wifi y su impacto en las redes de telecomunicaciones obedece a la masiva erupción del teletrabajo. En tal sentido, es también pertinente examinar el impacto del teletrabajo en la fuerza laboral y sus implicancias sociales. ¿Cuál es la magnitud de los cambios causados por la pandemia, medida esta por el número de trabajadores que trabaja actualmente desde sus hogares? ¿Podemos plantear alguna perspectiva respecto a qué sectores se ven más o menos afectados en estas condiciones? En teoría, los trabajadores del conocimiento —investigadores y desarrolladores de *software*— son los que se adaptarían más fácilmente a esta nueva modalidad de trabajo. Es importante estimar, entonces, el número de trabajadores que, debido a sus ocupaciones, no pueden trabajar desde el hogar. Cuatro trabajos de investigación dados a conocer desde el brote de la pandemia colocan su foco en la estimación de la proporción de la fuerza de trabajo que pudo continuar trabajando desde su hogar.

Con la Encuesta Nacional de Caracterización Socioeconómica de Chile (CASEN), del Ministerio de Desarrollo Social en 2017, Katz *et al.* (2020a) evaluaron las posibilidades de dos situaciones: a) ocupaciones cuyos trabajadores solo podrían tener continuidad concurriendo al lugar de trabajo —trabajadores esenciales—, y b) ocupaciones imposibles de ser realizadas vía teletrabajo —por ejemplo, un obrero fabril no puede continuar trabajando desde su hogar—¹. Una vez completado, el análisis de probabilidad arrojó el porcentaje de la fuerza de trabajo que puede trabajar desde el hogar, el de quienes deben continuar yendo a sus

¹ Las probabilidades para (a) se basaron en las normas oficialmente dictadas por el Gobierno argentino para las así llamadas *ocupaciones esenciales*, mientras que la probabilidad de (b), en la interpretación de los autores sobre lo que implican el trabajo y las ocupaciones.

lugares de trabajo y el de los que no pueden trabajar remotamente. Del número total de 7.830.958 de trabajadores empleados en Chile, 1.610.241 (20,6 %) debe continuar concurriendo a sus lugares de trabajo, porque sus ocupaciones son consideradas esenciales —personal de salud, fuerzas de seguridad, trabajadores que procesan alimentos, etc.—. Sobre la base de las reglas de confinamiento, los 6.220.717 trabajadores restantes no pueden concurrir a sus lugares de trabajo. De ellos, 1.801.187 (28,9 %) pueden continuar trabajando desde el hogar, mientras 4.419.530 (71,1 %) no puede hacerlo. En resumen, de los 7.830.958 trabajadores totales de Chile, el 56,4 % no tiene permitido concurrir a su trabajo o no puede hacerlo por la vía del teletrabajo².

No obstante, es necesario considerar las implicancias sociales de estas cifras. Mientras algunos integrantes de la fuerza de trabajo pueden continuar trabajando en condiciones de cierre, una gran proporción del total pierde su empleo cuando las empresas para las que trabajan dejan de operar, por lo que queda a juicio de cada una —según lo establezcan las leyes laborales— continuar pagándoles sus salarios. Estas implicancias sociales son aún más serias cuando se examina el número de trabajadores afectados con escasa educación o bajos ingresos. En primer lugar, de los 1.801.187 trabajadores que pueden realizar teletrabajo, 1.234.063 (o 68,5 %) poseen títulos de educación superior, y 1.322.528 (73,4 %) se encuentran en cuarto o quinto quintil de ingresos. En segundo lugar, de los 4.419.530 trabajadores que no pueden concurrir a su lugar de trabajo y no pueden trabajar remotamente, 1.615.000 (36,5 %) tienen, como máximo, un nivel de educación básica, y 1.509.041 (o 34,1%) caen dentro del primer o segundo quintil de ingresos.

Katz *et al.* (2020c) realizó un análisis similar para Sudáfrica a partir de estadísticas del Quarterly Labour Force Survey llevado a cabo por el Departamento de Estadística de ese país en el cuarto trimestre de 2019. En este caso, de un total de 16.640.794 trabajadores empleados, las condiciones de confinamiento impiden a 13.503.278 de ellos (81,15 %) concurrir a sus lugares de trabajo. Del total de los 13.503.278 trabajadores, 3.500.786 (25,93 %) pueden hacerlo mediante teletrabajo

² Este porcentaje es consistente con la estimación de Hevia & Neumeyer (2020), que calcularon el número de trabajadores afectados por empresa sobre la base de datos PIAAC. Los autores estimaron que el 53 % de la fuerza de trabajo en América Latina corría el riesgo de desempleo por trabajar en empresas con cinco o menos empleados y con acceso limitado a financiamiento de emergencia.

desde el hogar. Los restantes 10.002.492 trabajadores (74,07 %) no pueden trabajar remotamente desde sus hogares.

En resumen, del total de 16.640.794 trabajadores en Sudáfrica, el 60,11 %, o bien no tiene permitido concurrir a su trabajo, o no pueden hacerlo mediante teletrabajo. El análisis de los niveles educativos y de inclusión dentro del sector formal indica el impacto desproporcionado de la disrupción entre los grupos socialmente más vulnerables. El porcentaje de personas que pueden continuar trabajando es, como era esperable, mucho más elevado para quienes tienen educación superior y para quienes ocupan puestos en el sector formal. De un total de 10 millones de trabajadores, el 60 % no puede concurrir a sus empleos o hacer teletrabajo, el 3 % y el 9 % se encuentra en el sector informal. Por el contrario, no existen grandes diferencias de género en el porcentaje que puede continuar trabajando.

Dingel y Neiman (2020) estiman que, si se aplica la clasificación de trabajo desde el hogar —según las encuestas del Occupational Information Network (O*NET)— a las estadísticas del US Bureau of Labor, el 37 % de los empleos de los Estados Unidos puede realizarse a través de teletrabajo. Si bien los autores no realizan un análisis por nivel de ingreso o educación, estos sostienen que más del 45 % de los empleos en San Francisco, San José y Washington DC, tres ciudades con una concentración de población de altos ingresos, puede realizarse desde el hogar (Dingel y Neiman, 2020).

A partir de la metodología de Dingel y Neiman (2020), Albrieu (2020) estima que, en el caso de la Argentina, según un análisis ocupacional de la Encuesta Nacional de Hogares, entre el 27 % y el 19 % de la fuerza de trabajo de 11,8 millones puede realizarse mediante teletrabajo. Sin embargo, el acceso de TIC —disponibilidad de PC y conectividad de banda ancha en el hogar— en esa base se ve reducido al 18 %. Las implicaciones sociales en este caso son similares a las halladas para Chile y Sudáfrica. El 50 % de los empleos en el decil más alto puede ser manejado a través de teletrabajo, en tanto esa ratio cae a uno cada diez en el decil inferior (Albrieu, 2020).

Aun después que finalice la crisis del COVID, los investigadores no esperan un pleno retorno a los patrones de trabajo y estudio previos. Flannery (2020) estima

que, terminada la pandemia, tendremos una versión híbrida de la situación actual —el 54 % trabajando todo el tiempo (o una parte) desde el hogar— y la anterior a la crisis (27 %). Muchos más podrán continuar trabajando desde el hogar varios días a la semana, por lo cual necesitarán todavía la infraestructura de teletrabajo, aun si regresan a su lugar de trabajo regularmente (Flannery, 2020).

2.2.2 Digitalización de la producción

¿Existen límites a la capacidad de la infraestructura digital para garantizar la continuidad de la producción de la economía frente a la pandemia? ¿Las grandes empresas están mejor preparadas para continuar operando, mientras que las PYMES enfrentan disrupciones mayores? ¿Cuáles son los sectores industriales mejor preparados para continuar operando en el contexto del COVID-19? ¿Qué capacidad tiene la infraestructura digital para aumentar la resiliencia en la cadena de suministros de diferentes industrias frente a la pandemia?

Cuando se considera el nivel de digitalización, todavía existen diferentes puntos de vista con respecto al tipo de empresas que se ven más afectadas por la pandemia. Según argumentan algunos analistas, las grandes corporaciones cuentan, por un lado, con soluciones digitales bien establecidas —herramientas de colaboración, dispositivos para los empleados, nube, VPN (o virtuales privadas), etc.—, al tiempo que son más resilientes y financieramente más sólidas. Por otro lado, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) son las más perjudicadas, debido a su concentración en el sector minorista y de hospedaje, al cual los cierres y restricciones vinculados al distanciamiento social lo perjudican severamente.

Otra perspectiva considera que las PYMES tienen la capacidad de volcarse rápidamente al trabajo en línea y adaptarse sin problemas al nuevo contexto. De acuerdo con esta perspectiva, la mayoría de las PYMES es más ágil para cambiar sus modelos de negocios y acomodar sus ventas/canales al negocio en línea. De hecho, alguna evidencia señala que el sector informal y las PYMES han sido capaces de pivotar más velozmente para responder a cambios en la demanda, mientras que las grandes empresas han demostrado menor flexibilidad frente a las disrupciones específicas del contexto.

En última instancia, la respuesta a esta pregunta depende de cada sector. Si una gran empresa manufacturera todavía debe luchar con el cierre, debido a las restricciones que impactan su línea de producción, las PYMES que funcionan en su cadena de suministro también se verán perjudicadas. Por el contrario, a aquellas firmas que ya funcionan en el espacio de la economía digital les resultará mucho más fácil adaptarse a la situación. En este sector, las empresas que operan en la economía digital global han podido acomodarse a las condiciones inducidas por el COVID-19.

Adicionalmente, frente al contexto cambiante, muchas empresas han acelerado la digitalización y la automatización. Ello ocurre aun en áreas previamente rezagadas, como el sector de la salud, que siempre ha sido lento en adoptar soluciones de IdeC (Internet de las cosas). Por ejemplo, la conexión de dispositivos médicos —tanto clínicos como de uso masivo— y la telemedicina están experimentando una creciente demanda, debido a la necesidad de consulta y diagnóstico remotos. En la logística y en la cadena de suministros de la industria de salud, las soluciones conectadas y la trazabilidad de activos físicos permitieron redireccionar de manera rápida las cadenas de suministros para ayudar a cubrir las carencias identificadas —en bienes, medicinas y equipamiento clave— y apoyar la resiliencia de los negocios. Además, los proveedores de servicios de telecomunicaciones han reutilizado activamente soluciones de IdeC, incluyendo cámaras infrarrojas, sistemas de alarma para el hogar, vehículos autónomos y drones de entrega a domicilio, para monitoreo, anuncios de salud pública, rociado de desinfectantes y despacho a áreas afectadas. En algunos casos, la transformación digital se debe a presiones desde abajo: en los Estados Unidos, el hecho de que un gran número de consumidores adoptara termómetros conectados significó poder cargar datos de puntos de temperatura y compartirlos a escala a través del país para poder predecir con anticipación situaciones críticas de presencia del virus.

En sectores donde la digitalización funciona desde hace un tiempo, la pandemia ha realzado su valor para la cadena logística y de suministros; aquí facilita la agilidad el uso de aplicaciones de trazabilidad y localización o la gestión de flotas integradas. En el caso de los minoristas, hemos visto una mayor aceptación de terminales y soluciones de pago sin contacto—. Todo ello llevará a una mayor inversión en soluciones digitales, que abarque no solo las telecomunicaciones,

sino también el análisis de datos, la automatización y, en algunos casos, la inteligencia artificial. Por el contrario, los sectores de baja digitalización, como los de la construcción y la manufactura, se verán fuertemente impactados.

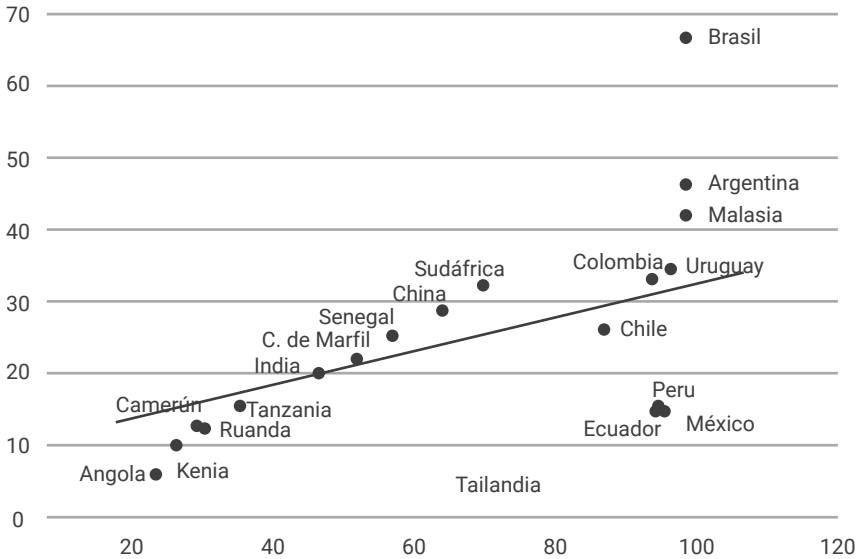
Las cadenas de distribución en las economías avanzadas, en verdad, se han ajustado muy rápido a los desafíos del COVID-19. Ciertamente, la digitalización ha sido de gran ayuda en este frente; en especial, aquellas soluciones de conexión simple, como trazabilidad de activos —por ejemplo, para envíos y logística—, combinados con tableros de monitoreo y soluciones de gestión de flotas, permitieron imprimir gran agilidad a la cadena de suministros, y ello ha sido ya demostrado por la velocidad con que las cadenas de suministro han sido reconfiguradas para ajustarse. La cobertura y disponibilidad celular constituyen elementos subyacentes clave.

Mucho menos positiva es la capacidad de las cadenas de suministros para enfrentar la disrupción de la pandemia en las economías en desarrollo. Para quienes comienzan, digitalizar cadenas de suministro sin la transformación digital de los complementos analógicos —aduanas, puertos— es una condena al fracaso. El Gráfico 2 proporciona evidencia que sugiere que, mientras la adopción de Internet a nivel de empresa en países en desarrollo es alto, el uso de Internet en las operaciones de la cadena de suministros es bajo.

De la muestra de países presentados en el Gráfico 2, solo Indonesia parece tener un nivel de uso de Internet en la cadena de suministros comparable con su nivel de adopción de Internet entre empresas.

Otro ejemplo de cuellos de botella en la cadena de suministros se relaciona con la limitada capacidad gubernamental para apoyar el comercio exterior. Pese al progreso ocurrido recientemente en muchos países, los emergentes continúan rezagados respecto de las mejores prácticas internacionales. Encontramos evidencia de este rezago, por ejemplo, en el tiempo requerido para procesar la documentación de comercio exterior por parte de los organismos aduaneros (Tabla 2).

Gráfico 2. Porcentaje de empresas conectadas a Internet vs. porcentaje de empresas que usan Internet para adquirir insumos (2018)



Nota: La diferencia entre países se debe, principalmente, a diferencias en el enfoque para el muestreo de las encuestas (por ejemplo, inclusión o no de microempresas).

Fuente: Oficinas de estadística y Ministerios de los países respectivos; Katz *et al.* (2020a)

Tabla 2. Tiempo requerido para procesar documentación de comercio exterior en horas (2018)

Región	Exportaciones	Importaciones
Asia Pacífico	55,6	53,7
América Latina y Caribe	35,7	43,2
MENA	66,4	72,5
Sudeste Asiático	73,7	93,7
África	71,9	96,1
OCDE	2,3	3,4

Fuente: Banco Mundial (2019)

Por lo tanto, la limitada digitalización de las empresas —principalmente, PYMES—, además de los cuellos de botella de la cadena logística, representan obstáculos para el desarrollo de resiliencia de la cadena de suministro para enfrentar el COVID-19.

Las cadenas de suministro no están protegidas de los riesgos propios del estrés provocado por una disrupción como la del COVID-19. Las infraestructuras digitales requieren modelar el tamaño e impacto de diversos escenarios de *shock* para determinar las acciones que deben encararse en pos de reconstruir sus cadenas de suministro y mitigar riesgos futuros. Un conocimiento comprehensivo del riesgo de la pandemia en la cadena de suministro debe considerar dos elementos diferentes: 1) las vulnerabilidades subyacentes en la cadena de suministro que las tornan frágiles; 2) el nivel de exposición o de susceptibilidad frente a eventos —o *shocks*— inesperados que pueden hacer explotar estas vulnerabilidades. La inversión en resiliencia y la continuidad pueden ayudar a la empresa a manejar el riesgo/pérdida ocasionado por crisis y disrupciones futuras (Alicke *et al.*, 2020).

2.2.3 El impacto de déficits institucionales

Por empezar, es importante destacar las múltiples iniciativas de los decisores políticos y reguladores para mejorar el desempeño de la infraestructura digital y mitigar así el impacto de la pandemia. Por ejemplo, OMDIA ha registrado a nivel mundial más de 250 respuestas regulatorias y de política pública que ayudan al sector de telecomunicaciones y TIC a responder a la pandemia (OMDIA, 2020). De la misma manera, según el REG4COVID de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones, más de 400 acciones de política y regulatoria han sido tomadas para responder al COVID-19 (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2020). Entre ellas, puede mencionarse la asignación provisional de espectro adicional para permitir a los operadores celulares responder a la demanda de tráfico —en los Estados Unidos, la FCC ha concedido acceso temporario a mayor espectro a 33 proveedores de servicio de Internet móvil para ayudarlos a asegurar la conectividad en comunidades rurales durante la pandemia del COVID-19—, la postergación de tasas e impuestos a los operadores; o la suspensión de regulaciones de neutralidad de la red.

Dicho esto, la respuesta al desafío de la pandemia supuso grandes déficits de políticas que han caracterizado el funcionamiento del sector digital. En particular, las barreras al despliegue de infraestructura vital, la falta de acceso abierto a redes troncales, como cables submarinos y redes terrestres de largo alcance, y la persistencia de los gobiernos a extraer ingresos sobre la base de subastas de espectro, lo que mantuvo elevado el precio de los insumos, con un impacto negativo sobre la asequibilidad digital. En este último tema, los gobiernos pueden percibir que las subastas de espectro constituyen una oportunidad para saldar la masiva deuda incurrida a raíz del COVID-19, más que como una oportunidad de que la reinversión compense la inequidad digital.

3. Implicaciones para la industria

A la luz de la evaluación hasta aquí realizada, ¿qué debería hacer el sector de la infraestructura digital para incrementar la resiliencia social y económica? Existe una opinión ampliamente compartida acerca de la necesidad de reexaminar algunas de las premisas básicas fundamentales del sector digital que eran sostenidas

antes del COVID-19. Si hay un hecho incontrovertible resultante del COVID-19 es que no podemos retornar al estado de cosas anterior: no podemos volver a las experiencias extremadamente diferentes que teníamos antes de la pandemia. La inequidad digital ha sido un determinante fundamental de la falta de resiliencia socioeconómica frente al confinamiento. Desde una perspectiva de política y regulación, no podemos seguir haciendo las mismas cosas y esperar resultados diferentes: sobre todo en el caso de países emergentes, debemos embarcarnos en la experimentación y en el diseño de nuevas políticas públicas. Estas deben orientarse hacia un acceso a banda ancha más equitativo y asequible. Ello requerirá revisar todo lo que ha sido dado por sentado, desde el modo y lo que se otorga como licencia de espectro hasta la manera en que se gobierna y financian los bienes públicos como Internet. En el plano teórico, las tecnologías digitales pueden representar una enorme diferencia, pero, en el mundo práctico, necesitamos conocer si los tomadores de decisiones lo ven de este modo o cómo responden a estos desafíos.

3.1 El papel de los gobiernos

Por primera vez y como resultado de la pandemia, la infraestructura digital es percibida como esencial, incluso más que otras infraestructuras tradicionales. La conectividad es una infraestructura tan importante para un país como el agua, la electricidad o la alimentación. Después de los tratamientos médicos, la conectividad será la actividad singular de mayor importancia para rescatar a la economía y a la sociedad del obligado cierre. Desafortunadamente, la pandemia también ha expuesto las limitaciones de acceso y conectividad que la infraestructura digital enfrenta en los países menos desarrollados. Estas descansan en factores tecnológicos o socioeconómicos, como lo son la falta de alfabetización digital, asequibilidad limitada y ausencia de contenido local de Internet que sea relevante. Este es el momento en que el costo de la brecha digital se ha vuelto más obvio que nunca, y es tiempo de que los gobiernos lo vean como una oportunidad para digitalizar sus economías.

La pandemia ha demostrado la importancia de la conectividad digital para la población y las economías de los países emergentes. Es crucial que los gobiernos

aprendan de estas duras lecciones y adopten medidas concretas y conducentes en el sector de las telecomunicaciones para permitir que el sector privado provea acceso universal a redes de telecomunicaciones de calidad y apoye el desarrollo de una economía digital. Por ejemplo, en el corto plazo, los gobiernos y los operadores deberían enfocarse en las necesidades más inmediatas del sector, incluyendo la liberación del espectro de emergencia, el diferimiento de pago de derechos de licencia o la emisión de licencias tecnológicamente neutrales.

3.1.1 La necesidad de un plan de resiliencia digital

Los gobiernos deberían adoptar una visión más amplia y holística respecto a la inversión en redes de banda ancha de alta velocidad, que considere los beneficios sociales, económicos, así como los costos de inversión. La experiencia del COVID-19, con el tiempo, ofrecerá datos valiosos sobre el costo de no haber implementado un plan de resiliencia digital plenamente formalizado.

En el futuro, deberíamos pensar acerca de la calidad y resiliencia de la red en términos diferentes al actual. Los diferentes componentes de una red de banda ancha —redes troncales, acceso, IXP, etc.— tienden a operar independientemente. Esto crea la necesidad de lograr mejor coordinación entre diferentes redes y sus operadores para enfrentar eventos de caída de la red —mejores mecanismos de conmutación de fallas, operados por los operadores de red más que dirigidos por los usuarios finales—. En tal sentido, podría necesitarse de un enfoque más coordinado para monitorear la calidad del servicio para todos los grupos de usuarios, en un alto nivel de resolución enmarcado en torno al mejoramiento de la fiabilidad y resiliencia en caso de *carga alta* —es decir, en el que más personas necesitan trabajar desde sus hogares durante un mayor período de tiempo—.

El Plan de Resiliencia Digital para enfrentar disrupciones pandémicas futuras va a requerir, en primer lugar, conducir un diagnóstico comprehensivo de la robustez de la infraestructura digital, que cubra aspectos, tales como el despliegue de redes, la calidad del servicio, el testeado bajo estrés de la infraestructura existente, los diversos componentes de la brecha digital —urbana vs. rural, según grupos de ingreso, grandes empresas vs. PYMES—, una evaluación de las aplicaciones

y niveles de uso a través de grupos sociales, la evaluación del nivel de la digitalización de la producción —por sector y tamaño de empresa, en términos de adopción y asimilación de tecnología en procesos empresarios— y la resiliencia de las operaciones estatales —procesos administrativos y prestación de servicios públicos—. A partir de allí, los países estarán en condiciones de desarrollar planes para estar mejor preparados para la próxima pandemia. Estos planes deben tomar en cuenta el despliegue de infraestructura —redes troncales y redes de distribución, disponibilidad de espectro, bajo licencia o no—, iniciativas para atacar todos los componentes de la brecha digital, capacitación y estímulo de aplicaciones para consumidores, esfuerzos concurrentes del sector privado para estimular la transformación digital de la producción, así como iniciativas para superar los déficits de capacidad institucional de gobiernos.

Construir una resiliencia digital exige instituciones capaces y adaptables para manejar la creciente complejidad de infraestructuras y mercados, de coordinación horizontal en el sector público, y entre este y los sectores privados, y facilitar así la experimentación en el logro de objetivos de política pública.

3.1.2 ¿Un nuevo marco regulatorio?

Los marcos regulatorios de la industria de las telecomunicaciones pueden requerir ser reevaluados con el objetivo de estimular la inversión, mientras se mantiene un sensible nivel de competencia que implique pasar de un punto de vista purista a uno pragmático en las regulaciones de ayuda estatal. Esto debería inducir a los gobiernos y reguladores a redoblar la apuesta en la liberación del espectro, la flexibilización de permisos para el despliegue de infraestructura y la regulación de la competencia.

En torno a la cuestión del espectro, sería necesario considerar diversas iniciativas de política pública. En los países en desarrollo, debe considerarse la oportunidad de implementar la asignación espectro no licenciado, la reglamentación de infraestructura compartida, y el uso secundario y dinámico del espectro.

3.1.3 La importancia de la infraestructura compartida

Para los gobiernos en mercados emergentes, resulta de máxima relevancia continuar progresando en la regulación de la infraestructura digital, particularmente en lo que respecta a la compartición de infraestructura. Como resultado de la situación provocada por el COVID-19, es muy probable que el mayor interés de los gobiernos, las instituciones financieras de desarrollo (IFD) y los inversores en infraestructura de TIC no tradicionales provoque la aparición de modelos de infraestructura compartida de TIC para promover inversiones intensivas de capital, lo que facilitará el desarrollo de 4G y 5G. Ello aumentará la resiliencia económica a través de múltiples sectores y, en última instancia, permitirá el acceso a redes de última generación en la *última milla*, que promueve una mejor densificación; la competencia basada en el ancho de banda y la reducción de la brecha digital.

3.1.4 Prioridad de la brecha digital

Los gobiernos deben adoptar acciones y desarrollar casos de inversión para apoyar el acceso ubicuo a banda ancha de alta velocidad, que tome en cuenta todos los impactos económicos, sociales y medioambientales. Las prioridades para la inversión residen en modelos de negocios rurales bancarizables, así como en conectividad de banda ancha predominante en áreas de infraestructura compartida y de transporte neutral, que pueda reducir el costo de desplegar infraestructura costosa en regiones escasamente pobladas y pobres. La infraestructura compartida es un modelo comprobado con éxito en infraestructura de torres y cableado submarino, y es hora de aplicarlo también en la infraestructura de banda ancha terrestre.

3.2 La necesidad de reexaminar las inversiones de capital de los operadores de telecomunicaciones

La conectividad es una de las soluciones a la situación generada por el COVID-19. Tanto el móvil como la fibra óptica son importantes como cualquier otro servicio público para el desarrollo de un país. Esto debería inducir un rápido lanzamiento de banda ancha de alta velocidad, que apunte iniciativas de importantes inversiones.

3.3 Una digitalización acelerada de la producción

El COVID-19 puede ser una ventana de oportunidad para promover la transformación digital en sectores industriales rezagados. Como ocurrió con el efecto del SARS en la China en 2003, que disparó un enorme crecimiento del comercio electrónico, emergerán nuevos modos de producción y modelos de negocio. Como consecuencia, el COVID puede convertirse en un catalizador en la transformación digital de sectores, especialmente a partir del lanzamiento de nuevas aplicaciones industriales.

Para incrementar la resiliencia digital de la producción, las empresas dedicadas a la manufactura de bienes físicos deberían acelerar la migración hacia procesos automatizados a fin de permitir la producción de bienes físicos basada en control remoto y la virtualización de procesos. Esta perspectiva debería enfocarse en reconsiderar la tecnología digital en las cadenas productivas enfatizando su papel como facilitador de la infraestructura nacional más relevante, la multiplicidad/diversidad de la oferta, aseguramiento y calidad del servicio, el papel de prestadores confiables y mejores mecanismos de conmutación de fallas.

Referencias bibliográficas

- Albrieu, R. (2020). *Evaluando las oportunidades y los límites del teletrabajo en Argentina en tiempos del COVID-19*. CIPPEC.
- Alicke, K.; Barriball, E.; Lund, S. y Swan, D. (2020, 14 de mayo). Is your supply chain risk blind or risk resilient? *McKinsey & Company*. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/is-your-supply-chain-risk-blind-or-risk-resilient>
- Banco Mundial (2019). *Doing Business 2019. Training for Reform*. https://www.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/media/Annual-Reports/English/DB2019-report_web-version.pdf
- Bulman, G. y Fairlie, R. (2016). *Technology and Education: Computers, Software, and the Internet*. National Bureau of Economic Research Working Paper 22237, Cambridge, Massachusetts. <http://www.nber.org/papers/w22237>

- Dettling, L.; Goodman, S. y Smith, J. (2012). Every little bit counts: the impact of high-speed internet on the transition to college. *Finance and Economics Discussion Series 2015-108*. Board of Governors of the Federal Reserve System. <http://dx.doi.org/10.17016/FEDS.2015.1>
- Dingel, J. y Neiman, B. (2020, 19 de junio). How many jobs can be done at home? Becker Friedman Institute for Economics at University of Chicago.
- Fairlie, R. W. (2005). The Effects of Home Computers on School Enrollment. *Economics of Education Review*, 24(5), 533-547.
- Beltran, D. O. y Das, K. (2010, 17 de junio). Home Computers and Educational Outcomes: Evidence from the NLSY97 and CPS. *Economic Inquiry*, 48(3), 771- 792.
- Fairlie, R. W. y Robinson, J. (2013). Experimental Evidence on the Effects of Home Computers on Academic Achievement among Schoolchildren. *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(3), 211-240.
- Flannery, S. (2020, 11 de junio). Mapping the new normal for telecom services & communications infrastructure. Morgan Stanley Research.
- Katz, R. y Berry, T. (2014). *Driving demand of broadband networks and services*. Springer.
- Katz, R. y Callorda, F. (2018). Accelerating the development of Latin American digital ecosystem and implications for broadband policy. *Telecommunications Policy*, 42(9), 661-681.
- Katz, R.; Jung, J. y Callorda, F. (2020a). Can digitization mitigate COVID-19 damages? Evidence from developing countries. *SSRN Electronic Journal*.
- (2020b). Facing the COVID-19 pandemic: digitization and economic resilience in Latin America. CAF Development Bank for Latin America, April.
- (2020c). Digitization: a resiliency plan for developing countries facing pandemics. Presentation to the International Finance Corporation.
- OMDIA (2020). Telecoms regulation COVID-19 Tracker. <https://omdia.tech.informa.com/search#?q=Telecoms%20Regulation%20COVID-19%20Tracker>
- Research ICT Africa (2018). After Access survey. <https://researchictafrica.net/data/after-access-surveys/>
- Reynolds, M. (2020, 16 de junio). State of the Internet amid coronavirus pandemic. *S&P Global Ratings*.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (2020). *Pandemic in the Internet Age: communications industry responses*. https://reg4covid.itu.int/wp-content/uploads/2020/06/ITU_COVID-19_and_Telecom-ICT.pdf

Vigdor, J. L.; Ladd, H. F. y Martinez, E. (2014). Scaling the Digital Divide: Home Computer Technology and Student Achievement. *Economic Inquiry*, 52(3), 1103-1119.

Cómo citar este artículo

Katz, R. L. (2020). Impacto económico del COVID-19 sobre la infraestructura digital. *Estado abierto. Revista sobre el Estado, la administración y las políticas públicas*, 4(3), 13-42.