

I. Banda ancha, digitalización y desarrollo en América Latina

*Raúl L. Katz*¹

1. Banda ancha y crecimiento económico

Este capítulo presenta los resultados de un conjunto de investigaciones realizadas a partir de 2009 sobre la contribución de la banda ancha al desarrollo de América Latina². Un primer conjunto de resultados se concentra en la medición del impacto económico de la banda ancha en términos de crecimiento del PIB, creación de empleo y aumento del ingreso promedio de los hogares. Un segundo grupo evalúa la utilización de la banda ancha en materia de aplicaciones, servicios y contenidos; para ello, se elabora un índice de digitalización de las naciones, que mide tanto la adopción de banda ancha como la utilización de servicios vinculados a la misma, por ejemplo gobierno electrónico, comercio electrónico y redes sociales. Con base en esos resultados, se proponen recomendaciones de política orientadas a maximizar el impacto económico de la banda ancha.

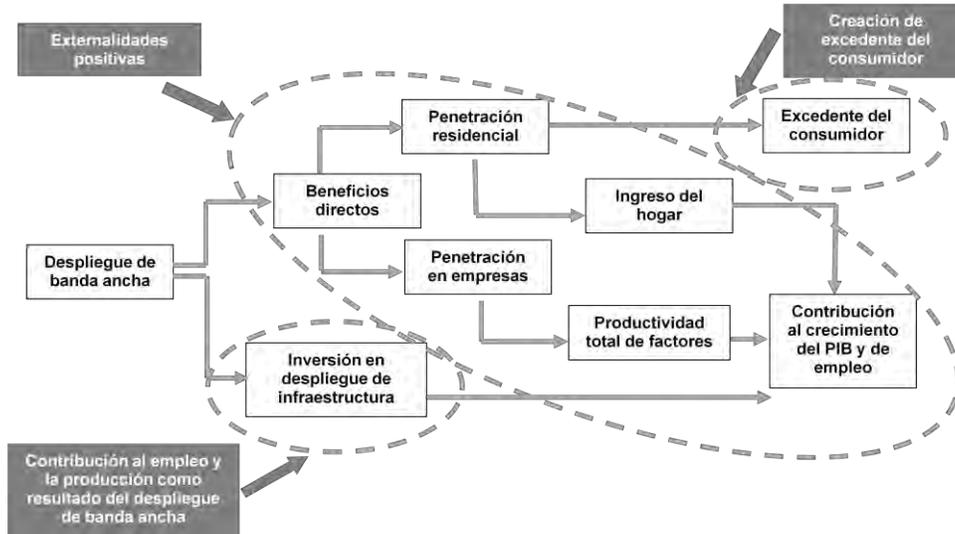
La contribución económica de la banda ancha como tecnología de uso general se manifiesta mediante una multiplicidad de efectos (ver gráfico I.1). El primero resulta de la construcción de redes de telecomunicaciones y se materializa de la misma manera que toda obra de infraestructura: el despliegue de banda ancha crea empleo y actúa sobre el conjunto de la economía con base en efectos multiplicadores. El segundo efecto se refiere al derrame en el conjunto del sistema económico que impacta tanto a empresas como a consumidores residenciales. Por un lado, el uso de la banda ancha por el sector productivo resulta en un aumento de la productividad, lo que contribuye al crecimiento del PIB. Por otro lado, su adopción por las familias aumenta el ingreso

¹ Raúl Katz es profesor adjunto en la División de Finanzas y Economía en la Columbia Business School, y director de Estudios de estrategia corporativa en el Columbia Institute for Tele-Information. Asimismo, es presidente de Telecom Advisory Services, LLC.

² Estas fueron realizadas en el marco de estudios preparados para la CEPAL, la UIT, el Foro Económico Mundial, los gobiernos de Colombia y Costa Rica, y asociaciones de operadores de telecomunicaciones.

real de los hogares, lo que resulta en una disminución de la pobreza y contribuye al mismo tiempo al crecimiento económico.

GRÁFICO I.1
CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA DE LA BANDA ANCHA



Fuente: Elaboración propia.

Más allá de estos efectos, los usuarios residenciales que tienen banda ancha reciben un beneficio en términos de excedente del consumidor, definido como la diferencia entre su voluntad de pago por el servicio y el precio de mercado. Este efecto, aunque no incluido en el cálculo del PIB, es importante pues representa beneficios en materia de acceso a información, entretenimiento y servicios públicos.

Las siguientes tres secciones presentan los resultados en estudios realizados por el autor en la región hasta la fecha. En primer lugar, se presenta un modelo para medir el impacto de la banda ancha en el crecimiento del PIB de la región, seguido por resultados desagregados para Colombia y Panamá. En segundo lugar, se presentan medidas del impacto de la banda ancha en la generación de empleo en Chile, Colombia y la República Dominicana. Finalmente, se reportan resultados de estudios en Costa Rica y Colombia que evalúan el impacto de la banda ancha en el aumento del ingreso promedio de los hogares.

1.1. Crecimiento del PIB

El primer análisis del impacto económico de la banda ancha en América Latina fue realizado por Katz (2010) con base en una muestra cruzada de países. Debido a la falta de series históricas, el análisis se basó en la metodología de mínimos cuadrados ordinarios sobre una muestra de datos agrupados para los años 2004 y 2009. Este análisis enfrentó dos problemas metodológicos. En primer lugar, al no poderse utilizar datos de panel, no se logró aislar, en el resultado del modelo, las características propias de cada país, lo que podría resultar en un problema de “variables omitidas”. Sin embargo, la inclusión en el modelo de variables como el desarrollo de la banda ancha y el grado de apertura de la economía permite reducir este problema. El segundo problema de este tipo de modelos tiene que ver con la endogeneidad entre el crecimiento del PIB per cápita y la penetración de la banda ancha. Idealmente, la construcción de un modelo de estructura múltiple con base en ecuaciones simultáneas permitiría endogeneizar el desarrollo de la banda ancha en función del PIB per cápita, los precios, la competencia y el grado de regulación de la industria de telecomunicaciones. Nuevamente, la falta de

datos no permitió construir un modelo tal: la solución fue rezagar un año la variable de desarrollo de la banda ancha. Con estas salvedades, el modelo especificado generó los resultados presentados en el cuadro I.1.

CUADRO I.1
AMÉRICA LATINA: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL PIB

| Crecimiento PIB | Coefficiente | Error estándar | Estadístico t | P>[t] | Intervalo de confianza al 95% | |
|--|--------------|----------------|---------------|-------|-------------------------------|------------|
| Crecimiento en la penetración de banda ancha para los periodos 2001-2003 y 2004-2006 | 0,0158715 | 0,0080104 | 1,98 | 0,054 | -0,0002942 | 0,0320372 |
| Promedio inversión/PIB para los periodos 2004-2006 y 2007-2009 | -0,0471624 | 0,1689699 | -0,28 | 0,782 | -0,3881575 | 0,2938328 |
| Crecimiento de la población para los periodos 2004-2006 y 2007-2009 | -0,4469177 | 1,40418 | -0,32 | 0,752 | -3,280668 | 2,386832 |
| Nivel de educación terciaria (2002) | 0,2139614 | 0,1108325 | 1,93 | 0,060 | -0,0097076 | 0,4376304 |
| PIB per capita en el inicio de los periodos 2003 y 2006 | -0,0006957 | 0,0001806 | -3,85 | 0,000 | -0,0010602 | -0,0003313 |
| Promedio del índice de globalización (2001-2003) y (2004-2006) | -0,0653024 | 0,1929498 | -0,34 | 0,737 | -0,4546908 | 0,324086 |
| Constante | 13,02883 | 12,04659 | 1,08 | 0,286 | -11,28217 | 37,33982 |

| | |
|-------------------------|--------|
| Número de observaciones | 49 |
| F(6,42) | 7,18 |
| Prob>F | 0,0000 |
| R ² | 0,3814 |
| Root MSE | 7,024 |

Fuente: Katz (2010).

Los resultados muestran que, cuando se controla estadísticamente por el nivel de educación y el nivel inicial de PIB per capita, un aumento de 1% en la penetración de banda ancha contribuye 0,0158 por ciento al crecimiento del PIB. El coeficiente de la penetración de banda ancha es de signo positivo y estadísticamente significativo. Este resultado es consistente con el generado por Koutroumpis (2009) en su estudio para países de la OCDE, en el que, con base en un modelo de ecuaciones simultáneas, se muestra que un aumento de 1% de la penetración de banda ancha en países con una penetración promedio inferior al 14% contribuye al crecimiento del PIB en 0,008 por ciento.

En 2011, la mayor disponibilidad de datos desagregados permitió la realización de estudios a nivel nacional. El primero fue realizado para Colombia con datos departamentales entre los años 2006 y 2010 (Katz y Callorda, 2011). Este trabajo analiza el impacto de la banda ancha fija en el crecimiento del PIB departamental, controlando por el nivel de desarrollo económico inicial, el crecimiento de la población y el nivel de capital humano (años de educación promedio) (ver cuadro I.2).

CUADRO I.2
COLOMBIA: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL PIB

| | Total | Baja penetración | Alta penetración |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Crecimiento de accesos de banda ancha (%) | 0,0036542 *** (0,001282) | 0,0039548*** (0,0014167) | 0,0039453*** (0,0012952) |
| Crecimiento de población (%) | 0,8734808 (0,9599308) | -0,7848735 (1,019278) | 4,585921 (1,948842) |
| Años de educación | -3,538593 (5,127222) | -1,878803 (11,28887) | 3,668626 (3,831199) |
| PIB en 2003 (millones de pesos) | 0,0056116 (0,0284458) | -0,2697321 (0,3899207) | -0,0432453 (0,0360005) |
| R2 Ajustado | 0,1649 | 0,2088 | 0,2093 |
| Prob > F | 0,0103 | 0,0778 | 0,0086 |
| Número de observaciones | 132 | 64 | 68 |

Fuente: Katz y Callorda (2011).

Nota: La robustez del modelo fue evaluada con base en pruebas de independencia entre variables, de normalidad y de covarianza. Asimismo, se extendió el análisis para testear la normalidad multivariada mediante el método de Doornik-Hansen. En todos los casos, se encuentra con una probabilidad superior al 99% la validez de los modelos de estimación de impacto.

El modelo muestra que un aumento en las conexiones de banda ancha genera un efecto positivo en el crecimiento del PIB: si las conexiones aumentaran 10%, el PIB aumentaría 0,037%. Este efecto es menor que el encontrado en el modelo para el conjunto de la región debido principalmente a que la tasa de penetración de banda ancha promedio en Colombia es inferior al promedio de América Latina. Esto sugiere la existencia de retornos a escala que determinarían que el impacto económico aumente con el nivel de penetración.

El crecimiento de las conexiones de banda ancha es la única variable independiente que explica significativamente el crecimiento del PIB en todas las especificaciones, tanto para los departamentos con alta penetración como para los departamentos con baja penetración (columnas 3 y 4). Los coeficientes para los departamentos con alta o baja penetración son similares debido a que en ningún caso se supera el 20% —de acuerdo a criterios de comparación internacional, en todos los departamentos existiría una baja penetración—. Finalmente, el modelo explica entre un 15% y un 20% de la varianza de la variable dependiente, lo que indica que existen otros factores que causan la evolución del PIB³. Pese a ello, el coeficiente del efecto del crecimiento de la banda ancha es significativo y consistente en todas las especificaciones.

Para Panamá, Katz y Koutroumpis (2012a), con base en una mayor disponibilidad de información, utilizó un modelo de estructura múltiple, desarrollado inicialmente por Roller y Waverman (2001) para la telefonía fija y posteriormente adaptado por Koutroumpis (2009) para banda ancha y por Gruber y Koutroumpis (2011) para la telefonía móvil. El modelo está compuesto por cuatro ecuaciones: una función de producción, que modela el funcionamiento agregado de la economía, y tres funciones de demanda, oferta y *output*. Las tres últimas modelan el mercado de banda ancha, controlando por causalidad inversa.

³ La falta de datos departamentales para los mismos impide incluirlos en el modelo de regresión.

En la función de producción agregada, el PIB está vinculado al acervo de capital fijo (excluyendo la infraestructura de TIC), la mano de obra calificada y la infraestructura de banda ancha fija, aproximada por su penetración. La función de demanda vincula la penetración de banda ancha con el precio de servicio básico —el número de abonados depende del precio de acceso— y el consumo promedio de las personas estimado por el PIB per cápita. La función de oferta vincula los ingresos agregados de ventas de banda ancha con su nivel de precio, el PIB per cápita y el nivel de urbanización del país. En la medida en que el despliegue de la banda ancha fija está correlacionado con la concentración urbana, la oferta del servicio debe reflejar esta tendencia estructural. La ecuación de *output* vincula el cambio anual en la penetración de banda ancha fija con los ingresos por ventas de la banda ancha; ese cambio es usado como indicador de la inversión anual de capital en banda ancha⁴.

De acuerdo con estos modelos (cuadro I.3), la infraestructura de banda ancha fija contribuyó de manera significativa al crecimiento entre los años 2000 y 2010. La contribución anual promedio al crecimiento del PIB fue estimada en 0,045% por cada 1% de aumento en la penetración.

CUADRO I.3
PANAMÁ: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL PIB

Función agregada de producción:

$$GDP_{it} = a_1 K_{it} + a_2 L_{it} + a_3 BB_Pen_{it} + \varepsilon_{1it} \quad (1)$$

Función de demanda:

$$BB_Pen_{it} = b_1 BBPr_{it} + b_2 GDPC_{it} + \varepsilon_{2it} \quad (2)$$

Función de oferta:

$$BB_Rev_{it} = c_1 GDPC_{it} + c_2 Urb_{it} + \varepsilon_{3it} \quad (3)$$

Función de producto (output):

$$BB_Pen_{it} = d_1 BB_Rev_{it} + \varepsilon_{4it} \quad (4)$$

| Variables | Modelo banda ancha fija |
|---|-------------------------|
| <i>Crecimiento (GDP_{it})</i> | |
| Fuerza de trabajo con educación secundaria (L _{it}) | 1,148*** |
| Acervo de capital fijo (K _{it}) | 0,234*** |
| Penetración de banda ancha fija (BB_Pen _{it}) | 0,045*** |
| Constante | - |
| <i>Demanda (BB_Pen_{it})</i> | |
| Precio de banda ancha fija (BBPr _{it}) | -2,121*** |
| PIB per capita (GDPC _{it}) | 2,443*** |
| Constante | -18,536** |

⁴ Esta premisa asume una relación estable y constante entre ventas e inversión, la que en muchos casos, no se mantiene. La formación sobre capital fijo en telecomunicaciones, variable que sería más adecuada, no está disponible.

| | |
|---|------------|
| Oferta (BB_Rev_{it}) | |
| PIB per capita ($GDPC_{it}$) | 0,556*** |
| Urbanización (Urb_{it}) | 0,374*** |
| Constante | 13,910*** |
| Output (ABB_Pen_{it}) | |
| Ingresos de la banda ancha (BB_Rev_{it}) | 4,606*** |
| Constante | -95,451*** |
| Efectos año | SÍ |
| Observaciones | 40 |
| R^2 | (1) |
| Crecimiento | 0,99 |
| Demanda | 0,92 |
| Oferta | 0,97 |
| Output | 0,40 |

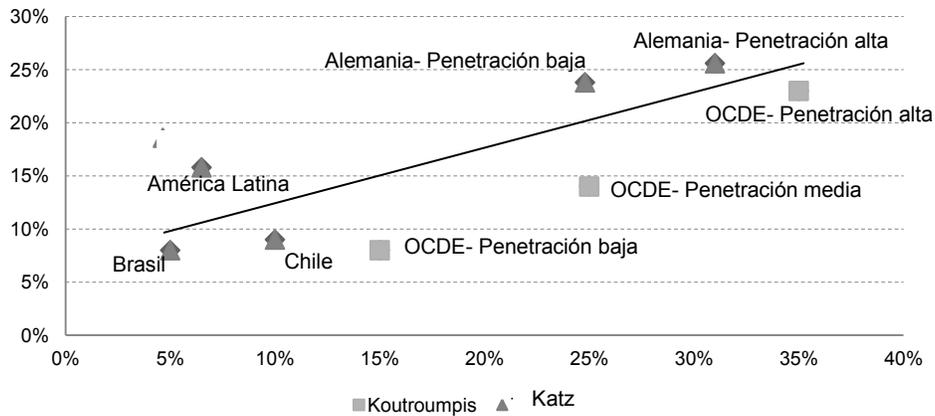
Fuente: Katz y Koutroumpis (2012a).

La comparación del resultado para Panamá con el de Colombia permite, en primer lugar, confirmar la existencia de retornos a escala. La contribución económica de la banda ancha es más importante en el primero, donde, en 2010, la penetración de banda ancha fija era de 7,8% frente a (4,8%) en el segundo. Más allá de este resultado comparativo, el modelo de estructura múltiple para Panamá permite otras conclusiones. Adicionalmente a la contribución del capital, un aumento de 1% en la mano de obra calificada incrementa el PIB en 1,15%. Finalmente, el modelo muestra la importancia relativa de la tarifa del abono: una reducción de precios de banda ancha del 10% aumentaría la penetración más del 21%.

La interpretación de los resultados de estos modelos sugiere la existencia de retornos a escala de la banda ancha. Este tipo de efecto ya había sido identificado para otras tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), como la telefonía (Roller y Waverman, 2001). Al comparar los resultados de diferentes estimaciones de la contribución económica de la banda ancha en función de su penetración, los retornos a escala son evidentes (ver gráfico I.2)⁵.

⁵ Los efectos significativos en el caso de Panamá (excluido en ese gráfico) se deben a la importancia que tiene la banda ancha en una economía centrada en el sector servicios, principalmente comercio y servicios financieros.

GRÁFICO I.2
CONTRIBUCIÓN COMPARADA DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO ECONÓMICO



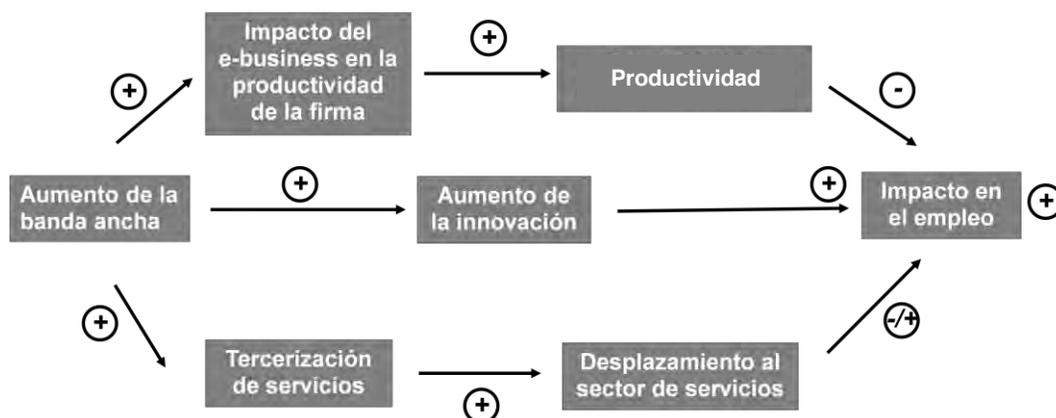
Fuente: Katz (2012).

En síntesis, aunque los datos están basados en modelos especificados de diferente manera, a mayor penetración de banda ancha, mayor será el impacto de su expansión en el crecimiento del PIB. La implicancia en términos de política pública es clara: la maximización del impacto económico de la banda ancha depende de un aumento significativo de su penetración.

1.2. Creación de empleo

Además de su impacto en el crecimiento económico, la banda ancha contribuye a la generación de empleo, aunque, en este caso los efectos son más complejos. En primer lugar, el aumento de la penetración puede aumentar la productividad, lo que, en el corto plazo, puede llevar a una reducción neta de puestos de trabajo; este efecto ha sido verificado por el autor para sectores industriales intensivos en el uso de mano de obra. En segundo lugar, al incorporar nuevos sectores de la población al mercado de acceso electrónico, la banda ancha contribuye a la creación de nuevos negocios mediante un efecto innovación, que conlleva nuevos puestos de trabajo. Finalmente, puede impulsar la tercerización de ciertas funciones de las empresas, lo que resulta en la creación de puestos de trabajo a partir del establecimiento de empresas de *outsourcing*, aunque también puede determinar la pérdida de oportunidades si funciones de las empresas del país bajo consideración son transferidas a otras geografías. La suma de estos tres efectos son representados en la gráfico I.3.

GRÁFICO I.3
MECANISMOS DE CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA
AL CRECIMIENTO DEL EMPLEO



Fuente: Esta cadena de causalidad fue adaptada de un modelo desarrollado por Fornefeld, Delaunay y Elixmann (2008) en un informe para la Comisión Europea.

La información disponible no permite desagregar la medición del impacto de cada uno de estos tres efectos, debiendo el análisis limitarse a la medición del impacto agregado. En este caso, la estimación del potencial de creación de fuentes de trabajo fue realizada para Chile, Colombia y la República Dominicana.

Para estimar el impacto de la banda ancha en Chile, se realizó un estudio con datos de panel controlados por efectos fijos que considera las características específicas de cada región del país que impactan en el mercado de mano de obra (sectores industriales, niveles educativos). El modelo está basado en un panel con datos trimestrales, recopilando información para todas las regiones (excepto la Región Metropolitana por falta de datos trimestrales) desde el 2001 hasta el cuarto trimestre del 2009 (ver cuadro I.4).

CUADRO I.4
CHILE: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA A LA CREACIÓN DE EMPLEO
(12 REGIONES, 2002-2009)

| | Coficiente | Error estándar | Estadístico-T | P> t | 95% de confianza |
|--|------------|----------------|---------------|-------|------------------|
| Índice de actividad económica ^a | 0,0003509 | 0,0000595 | 5,90 | 0,000 | 0,0002338 |
| Cambio en la penetración de banda ancha | 0,0018118 | 0,0004708 | 3,85 | 0,000 | 0,0008853 |
| Constante | 0,8682527 | 0,0079638 | 109,03 | 0,000 | 0,85258283 |

Número de observaciones = 324
 F(2,310)=60,89
 Prob>F = 0,0000
 R2= 0,2820

Fuente: Katz (2010).
^a Variable de control.

De acuerdo a los resultados del modelo, en Chile un aumento de 10% en penetración de banda ancha incrementa en 0,018 puntos la tasa de ocupación. El principal resultado de este modelo es que el aumento de la penetración de banda ancha sería significativo para explicar la dinámica de la tasa de empleo en el período bajo consideración.

Un análisis similar fue realizado para Colombia. En este caso, se construyó un modelo a nivel departamental, relacionando el crecimiento en conexiones de banda ancha con el crecimiento en la tasa de empleo, controlando por el crecimiento de la población y el grado de desarrollo económico. El modelo fue inicialmente aplicado a todo el país, desagregándose luego según departamentos de alta y de baja penetración.

CUADRO I.5
COLOMBIA: IMPACTO DEL CRECIMIENTO DE LA PENETRACIÓN
DE LA BANDA ANCHA EN EL INCREMENTO DEL EMPLEO

| Crecimiento de tasa de empleo (%) | | | | |
|--|--------------|------------------|------------------|--|
| <i>Variable dependiente:</i> crecimiento de tasa de empleo entre 2006 y 2010 | | | | |
| <i>Variables independientes:</i> crecimiento conexiones de banda ancha, PIB 2003 y crecimiento de la población | | | | |
| | Total | Baja penetración | Alta penetración | |
| Crecimiento conexiones de banda ancha (%) | 0,0003004 ** | 0,0002951 ** | 0,0006572 | |
| | (0,0001359) | (0,0001547) | (0,0005495) | |
| Crecimiento de la población (%) | 0,0159829 | -0,2538734 | 0,5937073 * | |
| | (0,5114836) | (0,7899623) | (0,3761862) | |
| PIB 2003 (millones de pesos) | 0,0053431 | -0,1084577 | 0,0003309 | |
| | (0,0077051) | (0,1308956) | (0,0090124) | |
| R ² ajustado | 0,0110 | 0,0318 | 0,0338 | |
| Prob > F | 0,0730 | 0,0321 | 0,4351 | |
| Número de observaciones | 132 | 64 | 68 | |

Fuente: Katz y Callorda (2011).

Los símbolos ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%, respectivamente.

En estos modelos, el efecto es significativo a nivel nacional y para los departamentos de baja penetración; en los departamentos con alta penetración el coeficiente es significativo al 24%. Por su parte, el crecimiento de la población parece tener efecto únicamente en los departamentos de alta penetración (con coeficiente positivo). Esta situación puede deberse a que en estos departamentos es más fácil insertarse en el mercado, de acuerdo al efecto innovación presentado anteriormente. Por último, el PIB inicial parece no tener un efecto sobre el crecimiento del empleo.

En el estudio del impacto de la banda ancha en la creación de empleo en la República Dominicana se construyó un modelo basado en datos de panel para las 32 provincias. A diferencia de los modelos utilizados para Chile y Colombia, el objetivo era determinar la contribución de la banda ancha a la reducción del desempleo.

Los resultados muestran un impacto elevado de la banda ancha (cuadro I.6). Un aumento de 1% en la penetración reduce la desocupación en 0,29 puntos porcentuales. Las otras variables que afectan a la tasa de desempleo de manera indirecta son, como era de esperar, el cambio del número de establecimientos industriales entre 2008 y 2009, y la intensidad de desarrollo del sector de la construcción durante el 2009. Así, una combinación del aumento de la penetración de banda ancha, crecimiento de la construcción e incremento en el número de establecimientos industriales ejerce un impacto significativo en la reducción del desempleo.

CUADRO I.6
REPÚBLICA DOMINICANA: IMPACTO DEL CRECIMIENTO DE LA PENETRACIÓN
DE LA BANDA ANCHA EN EL INCREMENTO DEL EMPLEO

| Crecimiento de la desocupación | Coficiente | Error estándar | Estadístico- T | P>t | 95% Intervalo de confianza | |
|--|------------|----------------|----------------|--------|----------------------------|----------|
| Crecimiento de la población | 0,72442 | 0,24939 | 2,90 | 0,0070 | 0,21180 | 1,23704 |
| Cambio en la penetración de banda ancha | -0,29529 | 0,13290 | -2,22 | 0,0350 | -0,56846 | -0,02211 |
| Cambio en el número de establecimientos | -0,14959 | 0,04728 | -3,16 | 0,0040 | -0,24678 | -0,05241 |
| Valor de la industria de construcción 2009 | 0,69456 | 0,14588 | 4,76 | 0,0000 | 0,39469 | 0,99443 |
| Cambio en la construcción 2008-9 | -0,64299 | 0,12787 | -5,03 | 0,0000 | -0,90583 | -0,38015 |
| Constante | 0,74317 | 0,37360 | 1,99 | 0,0570 | -0,02477 | 1,51111 |

| | |
|-------------------------|--------|
| Número de observaciones | 32 |
| F(5,26) | 12,70 |
| Prob>F | 0,0000 |
| R2 | 0,4175 |

Fuente: Katz (2012).

De acuerdo a los coeficientes, la contribución de la banda ancha en relación con las otras dos variables es más alta de lo que cabría de esperar. Parte de este efecto se debe a que el crecimiento más importante de la penetración ocurrió en la capital, Santo Domingo, y en un centro turístico, Altigracia. Para determinar el valor relativo de la banda ancha, sería importante incluir en el modelo una variable que diera cuenta de la importancia ese sector en cada provincia. Sin embargo, tal variable no está disponible para todas las provincias. Por ello, pese a que el modelo permite determinar que la banda ancha juega un papel importante en la creación de puestos de trabajo, es difícil medir su valor en relación con el desarrollo de sectores claves en el país.

1.3. Crecimiento del ingreso de los hogares

Este tercer efecto económico es importante en la medida en que un aumento en el crecimiento del ingreso medio de los hogares ejerce un impacto en la reducción del nivel de pobreza de un país. Este aspecto es fundamental ya que, si bien se ha comprobado que la banda ancha contribuye al crecimiento del producto, es importante verificar que el mismo no favorezca exclusivamente a los sectores de ingreso más elevado, resultando así en una mayor polarización social (Fernández-Ardevol y Vázquez Grenno, 2011). En este caso, se realizaron estudios en Costa Rica y Colombia.

En un estudio de evaluación de impacto económico de la Estrategia Nacional de Banda Ancha de Costa Rica, Katz (2011) realizó un análisis basado en la Encuesta Nacional de los Hogares entre 2005 y 2009. Se utilizaron para la estimación datos de panel con efectos aleatorios para el caso en que los resultados por región son específicos a un período dado (ver cuadro I.7)⁶.

⁶ Al mismo tiempo, se utilizó la metodología de White para corregir el posible sesgo en los errores y, por lo tanto, aumentar la significancia estadística de los coeficientes.

CUADRO I.7
COSTA RICA: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA AL INCREMENTO
DEL INGRESO REAL POR HOGAR

| Crecimiento de la desocupación | Coficiente | Error estándar | Z | p> z | 95% intervalo de confianza | |
|--------------------------------|------------|----------------|-------|--------|----------------------------|----------|
| Ingreso hogar (-1) | -0,000337 | 0,000033 | 10,08 | 0,0000 | -0,0004 | -0,0003 |
| Variación banda ancha | 2,960308 | 0,970254 | 3,05 | 0,0020 | 1,0586 | 4,8620 |
| Sin educación | -4,603882 | 0,889184 | -5,18 | 0,0000 | -6,3437 | -2,8611 |
| < 3 personas | 1,923927 | 0,446712 | 4,31 | 0,0000 | 1,0484 | 2,7995 |
| Manufactura | 2,526376 | 1,017825 | 2,48 | 0,0130 | 0,5315 | 4,5213 |
| Agricultura | 0,708006 | 0,195230 | 3,63 | 0,0000 | 0,3254 | 1,0907 |
| Hoteles y restaurantes | 2,665666 | 0,302174 | 8,82 | 0,0000 | 2,0734 | 3,2579 |
| Exportaciones (-1) | 0,010438 | 0,001638 | 6,37 | 0,0000 | 0,0072 | 0,0136 |
| Constante | -98,568610 | 31,663730 | -3,11 | 0,0020 | -160,6284 | -36,5088 |

| | |
|-------------------------|--------|
| Número de observaciones | 24 |
| Número de grupos | 6 |
| R2 dentro de los grupos | 0,8029 |
| R2 entre grupos | 0,8119 |
| R2 total | 0,7971 |

Fuente: Katz (2011).

De acuerdo a los resultados del modelo, un aumento de un punto porcentual en la penetración regional de banda ancha resulta en un aumento de 2,96% en el ingreso medio de los hogares. El crecimiento del ingreso del hogar es más importante si el jefe del mismo está empleado en la industria manufacturera o en el sector turismo (hoteles y restaurantes). Al alcanzar una penetración de banda ancha de 10%, el ingreso promedio mensual en los hogares costarricenses vería un aumento real equivalente a 48 dólares. De manera similar, si la penetración alcanzara el 16%, el ingreso medio del hogar se incrementaría en 141 dólares. Estos aumentos en el ingreso de los hogares contribuirían al aumento del PIB a partir de aumentos del consumo.

Para Colombia, el modelo especificado tiene como objetivo estudiar el impacto de un crecimiento en las conexiones de banda ancha en el crecimiento del ingreso real por hogar en el período 2006-2010. Para lograr robustez en los resultados y siguiendo a la literatura, se incluyen controles por crecimiento de la población, capital humano, porcentaje del producto explicado por el sector minero y nivel de riqueza inicial (medido por el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI) en el 2005).

CUADRO I.8
COLOMBIA: IMPACTO DEL CRECIMIENTO DE LA PENETRACIÓN DE LA BANDA ANCHA
EN EL INCREMENTO DEL INGRESO REAL POR HOGAR

| Crecimiento del ingreso real por hogar (%), con control por capital humano ^a | | | | | |
|---|---------------|------------------|------------------|-------------|-------------|
| | Total | Baja penetración | Alta penetración | | |
| Crecimiento conexiones banda ancha (%) | 0,0034083 *** | 0,0035966 ** | 0,0025196 ** | (0,0011585) | (0,0011616) |
| Crecimiento población (%) | -2,533624 ** | -5,520381 *** | 1,702465 | (1,245529) | (1,19664) |
| Años de educación | 1,462938 ** | 0,4542847 | 0,1371095 | (0,7531259) | (0,7649286) |
| Producto del sector minero (%) | 7,816958 ** | 9,122359 ** | 8,837977 | (4,226792) | (8,11938) |
| Viviendas con NBI 2005 (%) | 19,7768 ** | 31,17167 *** | -34,74956 | (9,51923) | (28,60452) |
| R ² ajustado | 0,1885 | 0,2986 | 0,1435 | | |
| Prob > F | 0,0101 | 0,0006 | 0,0672 | | |
| Número de Observaciones | 132 | 64 | 68 | | |

Fuente: Katz y Callorda (2011).

Los símbolos ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%, respectivamente.

^a Variable dependiente: crecimiento del ingreso real por hogar entre 2006 y 2010. Variables independientes: crecimiento conexiones de banda ancha, crecimiento población, años de educación, producto del sector minero y viviendas NBI 2005.

El principal resultado es que, si se aumenta en un 10% el número de conexiones en un año, el crecimiento del ingreso real por hogar será del 0,034% (cuadro I.8). El crecimiento de la banda ancha explica consistentemente el aumento en el ingreso real por hogar en los tres modelos (nivel nacional, departamentos con baja penetración y departamentos con alta penetración). El efecto parece ser superior en los departamentos de baja penetración, aunque, salvo Bogotá, ningún departamento superaba una penetración del 9% en 2010 (es decir, niveles bajos en una comparación internacional). Por esto, puede entenderse que los departamentos de Colombia en 2010 no habían llegado a un nivel de penetración suficiente para alcanzar rendimientos a escala, como existen en los países de la OCDE⁷.

2. Digitalización y desarrollo

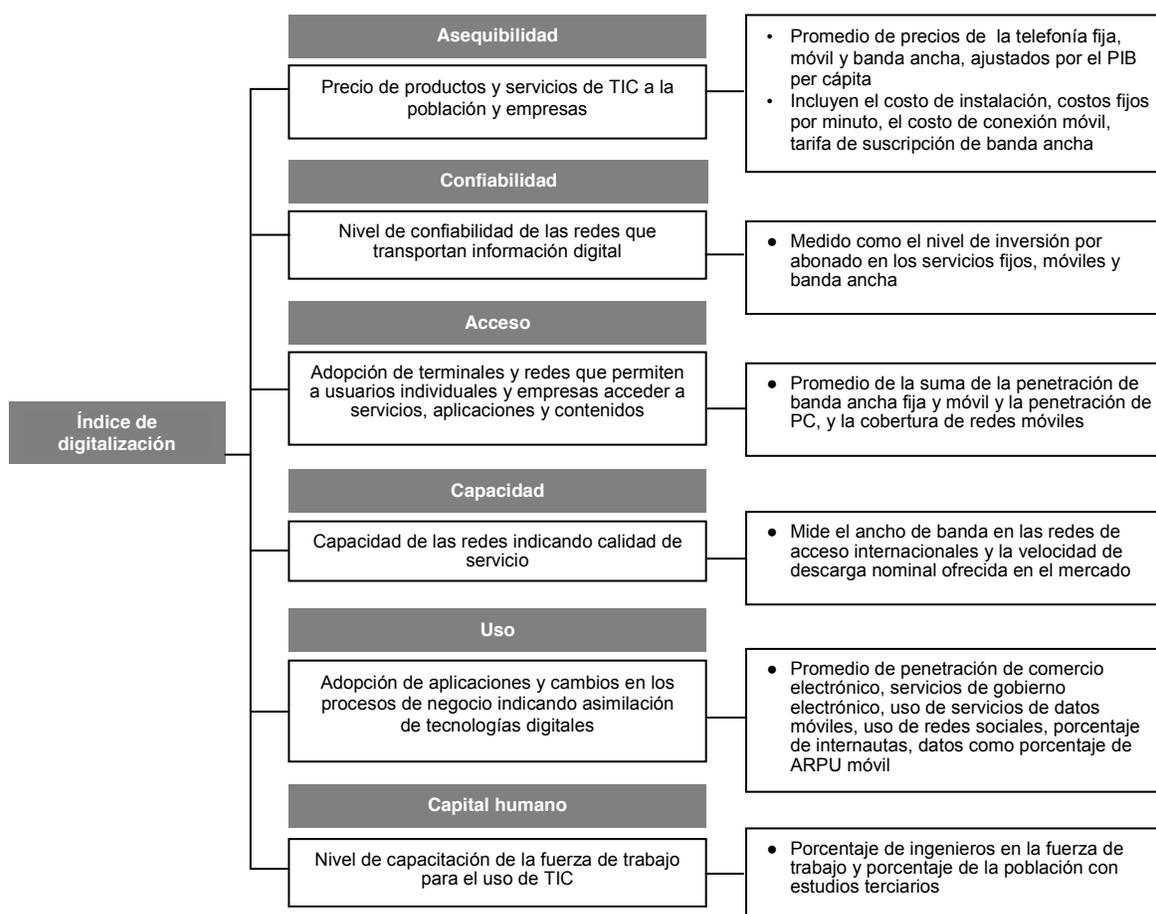
Más allá del impacto del acceso a banda ancha, es importante el estudio del impacto combinado del conjunto de servicios y aplicaciones entregados mediante la banda ancha. Para ello, se ha desarrollado el concepto de digitalización (Katz y Koutroumpis, 2012b), definido como la capacidad de utilizar tecnologías digitales para generar, procesar y compartir información. El indicador mide no sólo la penetración de la tecnología, sino también el uso de aplicaciones y el consumo de contenidos en tres

⁷ Un mayor número de años de educación resulta en un aumento en el crecimiento del ingreso por hogar, de manera consistente con la teoría del capital humano. Asimismo, de acuerdo al modelo de crecimiento de Solow, se verifica una tendencia a la convergencia de los ingresos, como lo indica el coeficiente de Viviendas NBI al 2005.

niveles: (i) individuos, empresas y gobierno, (ii) procesos de producción de bienes y servicios y (iii) provisión de servicios públicos

Para que la digitalización alcance todo su potencial, debe cumplir las siguientes condiciones en términos de infraestructura: asequibilidad económica (precios), asequibilidad tecnológica (cobertura de redes) y confiabilidad tecnológica (capacidad y velocidad de acceso). Para medir el nivel de desarrollo de un país en términos de su digitalización, se creó un índice compuesto basado en los 23 indicadores que se detallan en el gráfico I.4.

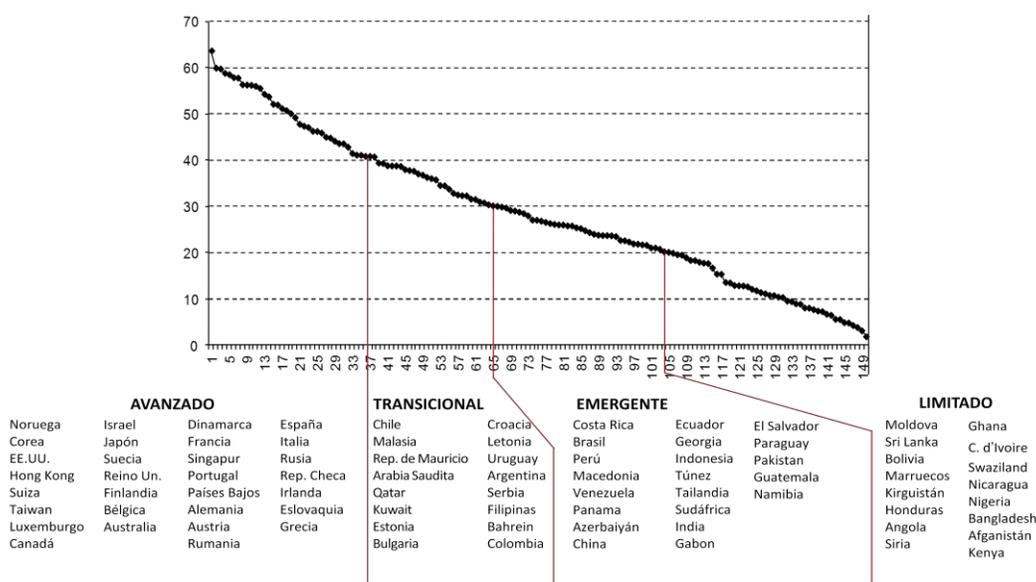
GRÁFICO I.4
COMPOSICIÓN DEL ÍNDICE DE DIGITALIZACIÓN



Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

El índice de digitalización está constituido no solo por indicadores de infraestructura, sino que incluye también estadísticas referentes a la adopción de aplicaciones y servicios transmitidos por banda ancha, por ejemplo, uso del comercio electrónico, la banda ancha móvil y las redes sociales, así como el desarrollo del gobierno electrónico. El índice de digitalización calculado para el 2010 para una muestra de 157 países indica que éstos transitan por cuatro estadios de desarrollo (ver gráfico I.5).

GRÁFICO I.5
TIPOLOGÍA DE PAÍSES SEGÚN EL DESARROLLO DE LA DIGITALIZACIÓN 2010



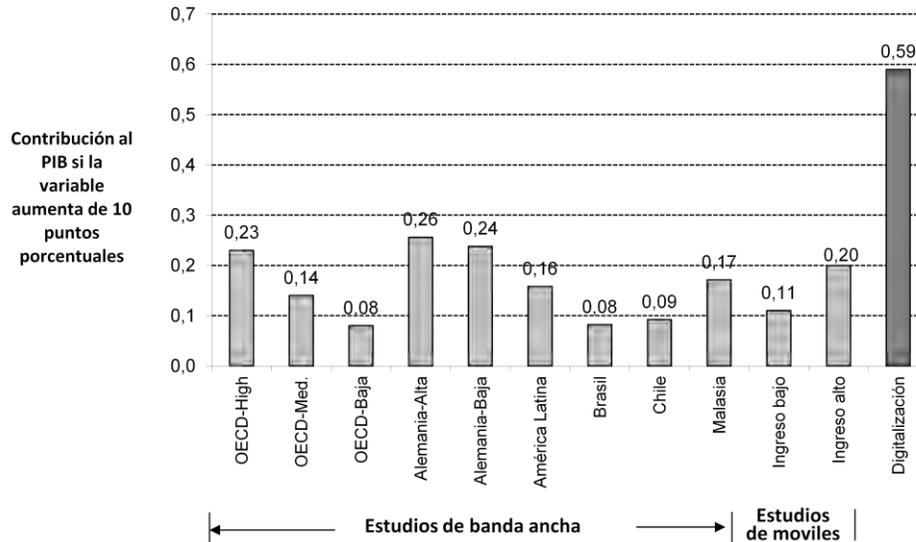
Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

En términos generales, los países industrializados registran un índice superior a 40. En un rango entre 30 y 40 se encuentran economías en transición a una digitalización avanzada; este nivel incluye países del Medio Oriente, Europa oriental, el sudeste Asiático y algunas naciones latinoamericanas (Chile, Uruguay, Argentina, y Colombia). Entre valores de 20 y 30, se ubica la mayoría de los países latinoamericanos, las naciones africanas más avanzadas y algunas asiáticas. Finalmente, con índices inferiores a 20 se ubican los países menos desarrollados.

El análisis del índice de digitalización desagregado en sus seis subíndices revela que la gran diferencia entre países avanzados y emergentes no se da necesariamente en la infraestructura tecnológica sino en la utilización de las redes, su capacidad y la disponibilidad de capital humano local necesario para desarrollar aplicaciones y contenidos. Pese a que el acceso a la banda ancha fija, uno de los componentes del índice, presenta grandes diferencias en su penetración entre el mundo industrializado y los países emergentes, el despliegue reciente de la banda ancha móvil ha sido importante para reducir las brechas. Como resultado, para todos los países el subíndice de uso de la tecnología nunca alcanza el nivel de desarrollo del subíndice de acceso, pese a que la distancia numérica entre infraestructura y uso de la tecnología es menor en los países avanzados que en los en desarrollo. Superar el retraso en la adopción de aplicaciones y contenidos, sobre todo en países de desarrollo medio, es el gran desafío tecnológico. En otras palabras, el centro de una estrategia tecnológica debe pasar más por las aplicaciones y servicios que por el desarrollo de infraestructura.

La aplicación de modelos de impacto económico a la digitalización muestra que ésta tiene un impacto económico más importante que la banda ancha o la telefonía móvil consideradas aisladamente (ver gráfico I.6).

GRÁFICO I.6
DIGITALIZACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

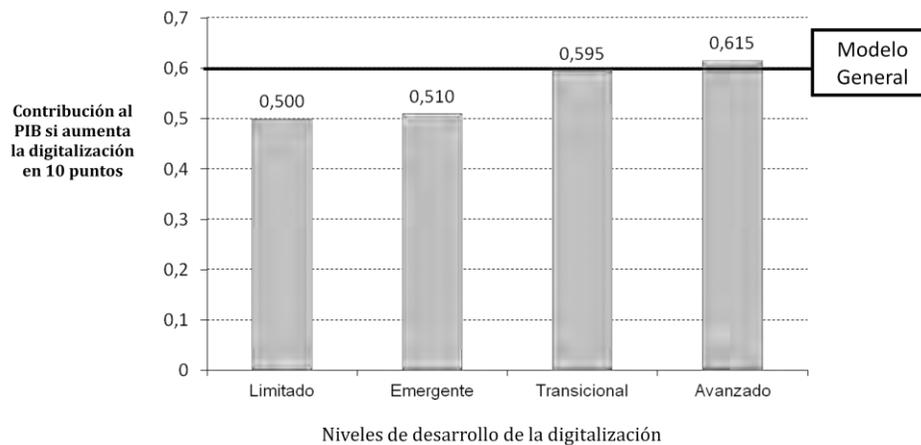


Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

Un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización resulta en un incremento de 0,59% en el PIB per cápita. Este resultado es altamente significativo en la medida en que sugiere que el impacto económico de las TIC resulta de la adopción acumulada de todas las tecnologías, así como de la asimilación de contenidos y aplicaciones. Alcanzar una alta penetración de banda ancha es tan sólo un aspecto de las políticas públicas; maximizar su impacto económico requiere combinar políticas públicas en las áreas de las telecomunicaciones, la informática y los contenidos y aplicaciones.

La desagregación del modelo de impacto económico para medir la contribución de la digitalización de acuerdo a su nivel de desarrollo muestra nuevamente la existencia de retornos a escala (ver gráfico I.7).

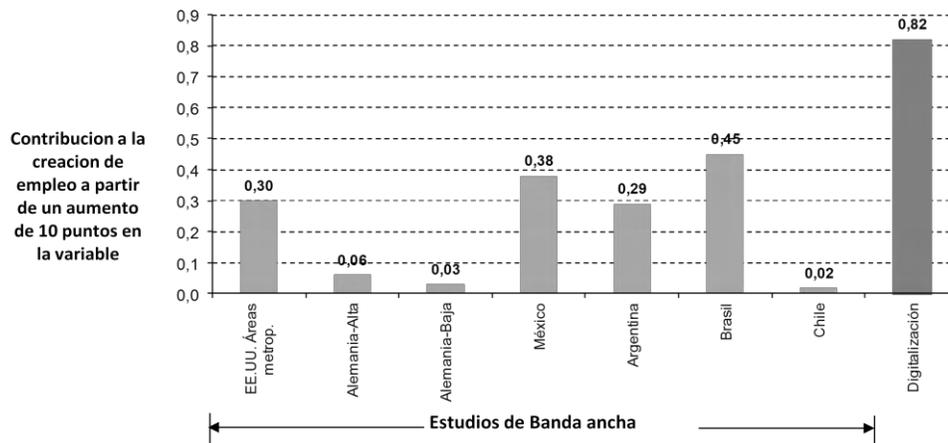
GRÁFICO I.7
RETORNOS A ESCALA EN LA DIGITALIZACIÓN



Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

Mientras que, como ya se vio, el modelo general indica que un aumento de 10 puntos en digitalización resulta en un incremento del 0,59% en el PIB per cápita, para los países avanzados la contribución alcanza 0,615%. Por otra parte, para los países de digitalización emergente o baja, la contribución se ubica en un rango de 0,50% a 0,51%. Así, a más desarrollo de la digitalización, mayor su impacto económico. De igual modo, la digitalización también crea más empleos cuando se la compara con la banda ancha (ver gráfico I.8). Un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización resulta en una disminución de 0,82% en la tasa de desocupación. Este efecto significativo puede ser explicado a partir de dos tendencias. El despliegue y asimilación de las TIC contribuye más al crecimiento del empleo en sectores intensivos en tecnología (desarrollo de *software*, tercerización de procesos de negocio, manufactura de equipamiento y partes). Por otra parte, la asimilación de TIC tiene un efecto de derrame en otros sectores de la economía, especialmente en el comercio, los servicios financieros y los servicios de salud.

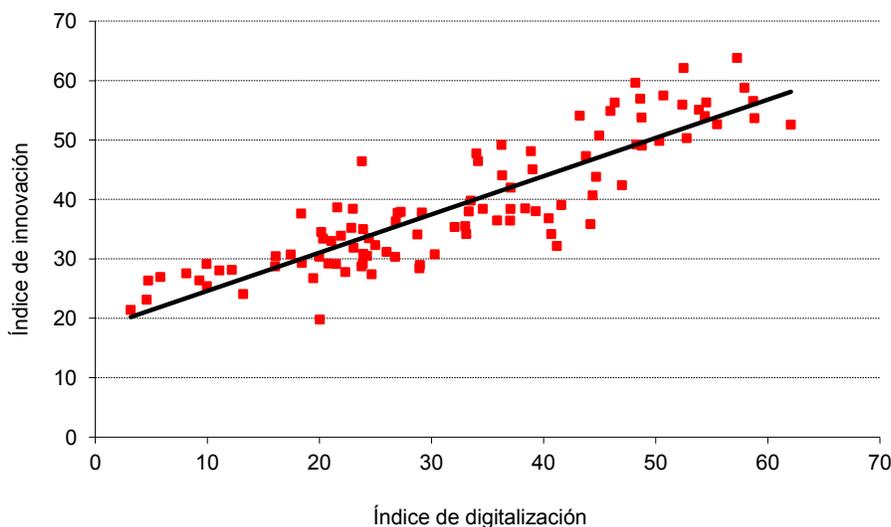
GRÁFICO I.8
DIGITALIZACIÓN Y EMPLEO



Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

Finalmente, el grado de digitalización de un país está fuertemente relacionado con la capacidad de innovación de una economía, aunque, como en los modelos antes presentados, la correlación no permite afirmar una relación de causalidad. El impacto de la digitalización en innovación se debería a la capacidad del entorno de la digitalización de facilitar la creación de nuevos productos y servicios que agregan valor (ver gráfico I.9).

GRÁFICO I.9
DIGITALIZACIÓN E INNOVACIÓN



Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

De acuerdo al coeficiente de correlación, un aumento del 10% en digitalización resulta en un incremento de 6,4% en dinámica innovadora. Esta aceleración de la innovación se debe a la introducción de servicios y aplicaciones facilitados por las TIC, que incluyen nuevas aplicaciones y servicios (telemedicina, búsqueda en Internet, comercio electrónico, educación a distancia y redes sociales, etc.), así también como nuevas formas de comercio e intermediación financiera. Con base en estas estimaciones, se observa que la contribución económica de la digitalización es significativa (ver cuadro I.9).

CUADRO I.9
AMÉRICA LATINA: ESTIMACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA DIGITALIZACIÓN

| País | Indicadores actuales (2010) | | Cambio como resultado de un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización ^a | | | |
|-------------|-----------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| | Índice de digitalización | PIB per cápita ^b (dólares) | Índice de innovación | Índice de digitalización | PIB per cápita ^b (dólares) | Índice de innovación |
| Costa Rica | 29,21 | 6 400 | 37,91 | 39,21 | 6 529 | 46,22 |
| Panamá | 26,91 | 7 085 | 30,77 | 36,91 | 7 240 | 38,09 |
| Uruguay | 35,84 | 9 372 | 34,18 | 45,84 | 9 526 | 40,28 |
| Colombia | 31,66 | 5 111 | 32,32 | 41,66 | 5 206 | 38,85 |
| El Salvador | 21,78 | 3 425 | 29,14 | 31,78 | 3 518 | 37,70 |

Fuente: Banco Mundial; World Economic Forum (2012); Katz y Koutroumpis (2012b).

^a Una política proactiva de desarrollo de TIC resulta en un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización.

^b Dólares de Estados Unidos, constantes.

En conclusión, la digitalización conlleva un impacto económico positivo. Cada aumento de 10 puntos del índice de digitalización implica un incremento de 0,59% en la tasa del crecimiento del

PIB y una disminución de 0,85% en la tasa de desempleo. Los países que alcanzan un nivel de digitalización superior a 40 (países avanzados) muestran un impacto económico de la digitalización superior al resto del mundo. Esto implica que las naciones deben acelerar el desarrollo de la digitalización, en particular el uso, las aplicaciones y los contenidos, para maximizar su impacto en el crecimiento económico.

3. Implicaciones de política

Existe abundante evidencia empírica del impacto económico de la banda ancha y de sus externalidades positivas en innovación, productividad y reestructuración empresarial. Las investigaciones comienzan a mostrar que estos efectos varían de acuerdo al entorno en el que la banda ancha es desplegada (regiones más o menos desarrolladas). Esto realza la necesidad de desarrollar estudios de impacto prospectivo que permitan focalizar los planes y la inversión, al mismo tiempo que coordinar el despliegue en zonas menos avanzadas con los programas de desarrollo económico regional. Desde el punto de vista de la investigación sobre el impacto, es importante profundizar el estudio de niveles mínimos y de saturación para determinar las metas cuantitativas de los programas de digitalización. Asimismo, es importante reforzar los estudios sobre el impacto comparado de redes de nueva generación para no sobredimensionar el despliegue respecto de los resultados esperados.

La brecha de la demanda de banda ancha es el obstáculo principal que enfrenta América Latina para aumentar la tasa de digitalización (ver cuadro I.10).

CUADRO I.10
AMÉRICA LATINA: BRECHA DE OFERTA Y DEMANDA DE BANDA ANCHA, 2010
(Porcentajes)

| País | Banda ancha fija | | Banda ancha móvil | |
|--------------------------------------|--|--------------------------------|--|-------------------|
| | Brecha de oferta (cobertura de redes) | Brecha de demanda ^a | Brecha de oferta (cobertura de redes) | Brecha de demanda |
| Argentina | 10 | 55 | 25 | 63,6 |
| Bolivia (Estado Plurinacional de) | 60 | 36 | 71 | 27,9 |
| Brasil | 6 | 71 | 25 | 61,5 |
| Chile | 2 | 38 | 28 | 60,7 |
| Colombia | 37 | 42 | 48 | 46,7 |
| Costa Rica | 5 | 68 | 7 | 92,0 |
| Ecuador | 5 | 88 | 33 | 59,3 |
| México | 8 | 49 | 61 | 26,7 |
| Perú | 41 | 36 | 35 | 60,4 |

Fuente: Katz (2010).

^a Calculada como la diferencia entre el porcentaje de población cubierta y la penetración.

Como es de esperar, el porcentaje de los hogares que podrían adquirir el servicio de banda ancha fija y no lo hacen es significativo. Si se excluyen los países con cobertura baja de telefonía fija (Bolivia y Perú), la brecha de demanda oscila entre 88% para el Ecuador y 38% para Chile. De manera similar, si se exceptúan los países con baja cobertura en telefonía móvil (Bolivia y México), la brecha continúa siendo significativa, entre el 92% en Costa Rica y 46,7% en Colombia. Sin embargo, la banda ancha móvil recién se encuentra en estadios embrionarios de adopción; por ello, con base en las proyecciones de la tasa de difusión, se estima que la brecha de demanda se reducirá significativamente en los próximos años.

La brecha de demanda está determinada por factores generacionales, educativos y económicos. Estudios realizados en países industrializados y en vías de desarrollo muestran que la adopción de banda ancha y el acceso a internet son fenómenos asociados a las generaciones más jóvenes. En el estudio de Costa Rica, más del 80% del acceso a Internet mediante una computadora en el hogar se da por personas entre 15 y 24 años, número que desciende considerablemente en los grupos etarios mayores a 45 años, hasta llegar a sólo 20% de la población mayor de 55 años. Así como la adopción de banda ancha está ligada a las generaciones más jóvenes, a mayor nivel educativo es mayor la penetración de Internet y de computadoras en los hogares. En el mismo estudio, los hogares que presentan niveles inferiores de educación muestran una adopción sensiblemente menor (inferior al 50% en términos de uso de servicios). Por otro lado, 70% de los hogares cuyo jefe de familia posee un nivel educativo superior al de la secundaria completa tiende a usar la computadora y la banda ancha en porcentajes superiores al 70%. Siguiendo el argumento de asequibilidad planteado por Galperin y Ruzzier (2010), el tercer factor explicativo de la brecha de demanda es el económico.

En este contexto, cuatro principios fundamentales sustentan las políticas públicas para enfrentar la brecha de la demanda. En primer lugar, en la medida en que la barrera de asequibilidad es uno de los obstáculos principales a la adopción de banda ancha, es importante resaltar el beneficio del aumento de la competencia entre operadores privados como factor conducente a la reducción de precios. En segundo lugar, más allá de los beneficios de la competencia, el Estado debe cumplir un papel fundamental en términos del fomento de programas de estímulo a la adopción. Algunas áreas a priorizar son los programas educativos y de capacitación, el despliegue de servicios de gobierno electrónico que aumenten la proposición de valor del servicio de banda ancha, y la implantación de programas de subsidio a la adquisición de equipos.

En tercer lugar, uno de los factores más importantes en el estímulo de la adopción es el desarrollo de aplicaciones que respondan a necesidades individuales, sociales y económicas. En este sentido, la responsabilidad del ecosistema de aplicaciones y equipamiento en la promoción de la demanda es fundamental. Finalmente, las políticas públicas que promueven la adopción de banda ancha deben contemplar plazos de implantación plurianuales, pues algunos de sus resultados no se materializarán en el corto plazo. En este sentido, esas iniciativas deben reflejar políticas de Estado que vayan más allá de los ciclos político-electorales.

Basándose en estos principios, existen cuatro áreas de política pública para estimular la adopción de banda ancha y elevar el nivel de digitalización. Desde el *punto de vista económico*, se deben considerar la eliminación del impuesto a las ventas en el servicio básico de banda ancha, la cancelación del impuesto a la venta de computadoras —sobre todo las cargas a la importación— y la provisión de un subsidio para reducir la cuota mensual por servicio para ciertos beneficiarios. En este terreno, también resulta importante negociar con los proveedores de banda ancha la oferta de una banda ancha popular.

Desde el *punto de vista educativo*, las TIC deben ser parte una más intensa del currículum. Los institutos de enseñanza media y de alta especialización deberían ser incentivados a ofrecer cursos cortos o de extensión universitaria sobre las TIC. El gobierno debe promover programas de alfabetización digital enfocados en sectores desfavorecidos, la tercera edad y discapacitados. Simultáneamente, el gobierno también debe tomar iniciativas para promover *la adopción en las pymes*. Entre las iniciativas a considerar, se debe propugnar la reducción de las contribuciones fiscales a la compra de equipamiento informático y la adopción de banda ancha, permitir la depreciación acelerada de los equipos, y establecer descuentos o premios a las empresas que usen las TIC y la banda ancha para sus transacciones con el Estado. Estos estímulos económicos deben ser acompañados de la oferta de programas de capacitación para el personal de las pymes, y la oferta de servicios de consultoría a los empresarios de las mismas para instalar y obtener el mayor rédito de las TIC.

Finalmente, en términos de la generación de *estímulos a la adopción provenientes de acciones directas del Estado*, es importante desarrollar contenidos en portales relacionados con la

extensión cultural, la prevención sanitaria y la información de servicios públicos. Asimismo se debe poner en práctica mecanismos de promoción de los servicios de gobierno electrónico como el pago electrónico de impuestos, las ventas de bienes y servicios al gobierno mediante sistemas de abastecimiento electrónico y el desarrollo de plataformas que faciliten el trabajo a distancia.