

LA PARADOJA DE LA PRODUCTIVIDAD Y EL USO DE INTERNET EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

Cristian Rabanal^a

Fecha de recepción: 23 de febrero de 2024. Fecha de aceptación: 28 de junio de 2024.

<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2024.219.70183>

Resumen. El objetivo del presente artículo es el de aportar evidencia sobre el impacto del uso de internet –como *proxy* de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)– sobre la Productividad Total de los Factores (PTF) para un grupo de 12 países de Latinoamérica. A diferencia de otros estudios para la región, este trabajo considera un periodo más actual y extenso donde internet ya no es una tecnología de introducción reciente. A partir de la estimación de un modelo de datos de panel *two-way*, se analiza dicha relación. Los resultados obtenidos aportan evidencia de una respuesta positiva, aunque inelástica. Una mejora de 1% en el porcentaje de hogares con banda ancha (PHBA) repercute en una mejora del 0.064 % de la productividad.

Palabras clave: paradoja de la productividad, internet; Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC); datos de panel, América Latina.

Clasificación JEL: D24; O33.

THE PARADOX OF PRODUCTIVITY AND INTERNET USE IN LATIN AMERICAN COUNTRIES

Abstract. The purpose of this paper is to provide evidence on the impact of internet use –as a proxy for Information and Communication Technologies (ICT)– on Total Factor Productivity (TFP) for a group of 12 Latin American countries. Unlike other studies for the region, this paper considers a more recent and extended period in which the internet is no longer a newly introduced technology. This relationship is analyzed by estimating a two-way panel data model. The results obtained provide evidence of a positive, albeit inelastic, response. A 1% increase in the percentage of households with broadband access (PHBA) is associated with a 0.064% increase in productivity.

Key Words: productivity paradox; internet; Information and Communication Technologies (ICT); panel data; Latin America.

^a Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Villa Mercedes y Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. Correo electrónico: cristianrabanal@yahoo.com.ar

1. INTRODUCCIÓN

La historia de la humanidad se encuentra plagada de innovaciones tecnológicas que han supuesto no sólo mejoras significativas en los estándares de vida, sino también periodos de fuerte crecimiento económico y revoluciones de productividad. Algunos ejemplos de ello son la primera y la segunda Revolución Industrial. Recientemente, los historiadores económicos destacaron como caso paradigmático el ascenso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (en adelante TIC), que tuvo lugar durante el último cuarto del siglo xx, y cuyo impulso continúa hasta el presente.

Aunque la mayor parte de la literatura especializada da cuenta de un impacto positivo de las TIC sobre el crecimiento económico y la productividad, existen algunas investigaciones que indican que dicho influjo es limitado o incluso nulo (Fernández-Portillo *et al.*, 2020). Asimismo, Niebel (2018) sostiene que *a priori* tampoco está claro si el impacto de las TIC sobre el crecimiento económico sea mayor en los países emergentes que en los desarrollados. En este mismo sentido, Steinmueller (2001) plantea la “hipótesis del salto”, según la cual las TIC tienen potencial para dar apoyo a una estrategia de “salto” o gran impulso que permita reducir la brechas en productividad y producción entre países desarrollados y países en desarrollo.

En general, el beneficio de las TIC sobre el crecimiento económico y la productividad: fortalece la colaboración entre los agentes económicos, mejora la capacidad de innovación de una economía, facilita el acceso a productos y servicios, abre nuevas oportunidades de empleo y provee a las comunidades marginadas de acceso a la información y recursos para desarrollar negocios (Pradhan *et al.*, 2017a). En este sentido, el acceso a internet resulta crucial para conseguir mejoras de productividad. No sólo es capaz de proporcionar beneficios económicos directos, producto de una mayor innovación y productividad en negocios (Kim *et al.*, 2021), sino también, otros vinculados a un mejor acceso a los servicios de atención médica y mejora de la educación, así como un consumo de energía más eficiente (Ben Lahouel *et al.*, 2021). Bajo este contexto, un mayor acceso a internet permite mejoras de productividad que redundan en la optimización de las formas de producir y en mejoras de calidad del capital humano.

El escenario de continuos desarrollos ha traído de nuevo el debate sobre la “paradoja de la productividad”, idea popularizada por Solow (1987, p. 36) en su afamado comentario: “las computadoras se encuentran en todas partes excepto en las estadísticas de productividad”, esto en alusión a la baja correspondencia entre el desarrollo de las TIC y el avance de la productividad que

experimentó la economía estadounidense entre las décadas de los setenta y ochenta.

Las explicaciones potenciales a la paradoja involucran, en general, cuatro conjeturas principales (Brynjolfsson *et al.*, 2019). La primera de ellas relacionada con las falsas expectativas, lo cual implica una falta de adecuación entre el impacto que realmente produce el avance tecnológico sobre el sistema en general y lo que inicialmente se esperaba de él. De esta forma, aun cuando la invención provoque un gran cambio en un sector específico, a nivel general el impacto podría ser pequeño.

La segunda explicación enfatiza la cuestión estadística y tiene que ver con los errores de medición. La idea es simple: las nuevas tecnologías proporcionan beneficios que no se reflejan en las estadísticas actuales de productividad. Esto implica que las herramientas y técnicas que son utilizadas para medir el fenómeno no son capaces de hacerlo con precisión. De esta forma, existiría un problema con el instrumento de medición y/o recolección de la información que sustenta a las estadísticas.

Una tercera forma de considerar el fenómeno ha consistido en asumir que los beneficios de las TIC se redistribuyen entre empresas y los clientes, pero sin aumentar la producción total. Algunos autores sostienen el concepto de “disipación de la renta” para explicar situaciones en las que “aquellos que buscan ser uno de los pocos beneficiarios, así como aquellos que han logrado algunos avances, buscan bloquear el acceso a otros, participando en esfuerzos disipativos, destruyendo muchos de los beneficios de las nuevas tecnologías” (Brynjolfsson *et al.*, 2019, p. 29).

Finalmente, la cuarta conjetura apunta a rezagos temporales. De acuerdo con esta idea, para poder aprovechar de manera plena una nueva tecnología se requiere un periodo prolongado. Asimismo, es posible pensar que ese lapso temporal es tanto más amplio cuanto mayor sea el ámbito de aplicación de la invención. En este sentido, la necesidad de reorganizar la producción puede afectar la distribución de la productividad de adopción de plantas durante la difusión de una nueva tecnología importante (Juhász *et al.*, 2020).

La literatura que aborda este tema de investigación continúa creciendo rápidamente a medida que las tecnologías digitales amplían su progreso a pasos agigantados (Vu *et al.*, 2020). El refinamiento en los procedimientos estadísticos de recolección y elaboración de series estadísticas más específicas contribuye, de igual manera, al desarrollo de este campo.

Uno de los temas que más ha apoyado al regreso de esta discusión —a la que algunos autores denominan el debate moderno de la Paradoja de la Productividad— ha sido, entre otros, el notable avance en la Inteligencia Artificial

(en adelante IA) logrado en los últimos años. En este sentido, autores como Zhang *et al.* (2024) señalan que a pesar del rápido desarrollo de la tecnología vinculada a la IA, su relación con crecimiento de la productividad sigue siendo débil en la literatura macroeconómica. La IA proyecta a futuro no sólo unos cambios drásticos en la forma de producir sino también en todos los aspectos de la vida cotidiana. *Machine Learning* es, quizás, uno de los campos más disruptivos dentro de la IA, ya que supone cambios mucho más profundos respecto de los avances que supusieron hace ya varios años la aparición de la computación tradicional.

No obstante, el desarrollo de la IA, y su posterior evolución, hubiese sido imposible sin el uso extendido de internet. En la actualidad es cada vez más frecuente que los dispositivos y objetos estén conectados a la red, lo que propicia una convergencia a gran escala entre las TIC y la economía (Figueroa Hernández *et al.*, 2021), favoreciendo al desarrollo de la productividad. En tanto, el acceso a internet permite en gran medida que los teléfonos móviles se conviertan en potenciadores de competitividad (Soylu *et al.*, 2022).

Desde el punto de vista conceptual, la relación entre la productividad y el uso de internet, y la forma en que ésta puede mejorar la productividad, tiene múltiples aristas entre las que se destacan la reducción significativa de los costos de transacción, el aumento de la eficiencia de las empresas y el incremento de la competencia (Sánchez *et al.*, 2006).

Aunque la evidencia reciente para países desarrollados es relativamente abundante, los estudios para países latinoamericanos son más escasos y se refieren en mayor medida a nivel país (análisis de caso). Así, el objetivo de este artículo es contribuir al debate moderno de la Paradoja de la Productividad para el caso de un grupo de países de Latinoamérica (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Paraguay, Perú y Uruguay), para el periodo 2000-2019. Tanto la elección de las secciones cruzadas como el periodo temporal se encuentran restringidos en función de la disponibilidad de la información.

El documento se organiza de la siguiente manera: después de esta introducción, en la segunda sección se abordan aspectos teóricos y se realiza una revisión bibliográfica. La tercera sección presenta los datos y la metodología. La cuarta sección muestra los resultados obtenidos, y finalmente, la quinta sección incorpora las conclusiones y posibles formas de continuar este trabajo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Aspectos teóricos

Los avances tecnológicos desempeñan un papel primordial, tanto en los modelos de crecimiento exógeno, como en los de crecimiento endógeno. Sin embargo, mientras que los segundos desarrollan explicaciones al respecto, en los primeros su tasa de progreso se asume determinada por fuera del modelo en virtud de que sus supuestos impiden que la economía pueda dedicar recursos para financiar el progreso tecnológico. En particular, los modelos de crecimiento exógeno asumen una función de producción con rendimientos constantes a escala y competencia perfecta en los diferentes mercados, por lo que el pago de cada factor es igual a su producto marginal. Esto implica, aplicando el teorema de Euler, que el producto total de la economía es igual a la suma de la cantidad de factores multiplicada por sus respectivas productividades marginales. De esta forma, no quedan recursos disponibles para financiar el progreso tecnológico.

El nexa entre las TIC y el crecimiento de la economía puede identificarse, a grandes rasgos, en ganancias de eficiencia y mejoras de productividad por parte de los agentes económicos (Nair *et al.*, 2020). Una manera sencilla de incorporar el tema en el marco de los modelos de crecimiento la presentan Barro y Sala-i-Martin (2004), quienes emplean un modelo simple de líder-seguidor que permite analizar el efecto de la innovación y la imitación tecnológica sobre la tasa de crecimiento económico. La importancia de este modelo radica en que es posible interpretarlo de una manera novedosa para revelar cómo la penetración de las TIC es capaz de impulsar el crecimiento económico, tanto en la economía que lidera la innovación como en las seguidoras, por lo que constituye un marco de referencia y punto de partida útil para analizar el fenómeno y obtener recomendaciones de políticas.¹ En este modelo, el crecimiento de la economía líder (economía 1) es impulsado por sus innovaciones, mientras que el crecimiento de la economía seguidora (economía 2) depende de la imitación de las innovaciones que se han hecho en la economía que lidera la innovación.

¹ El lector interesado en analizar los factores críticos que influyen en la adopción de las TIC y las modelizaciones teóricas sobre la aceptación de la tecnología (Teoría de la Acción Razonada (TRA), Teoría del Comportamiento Planificado (TPB), Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM), Marco de Tecnología, Organización y Entorno (TOE), Teoría de la Difusión de las Innovaciones (DOI), Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT)) puede consultar Palos-Sanchez *et al.* (2019).

Según el modelo de Barro y Sala-i-Martin (2004, p. 296), la tasa de crecimiento de la economía líder puede escribirse de la siguiente manera:

$$\gamma_1 = (1/\theta) \cdot \left[(L_1/\eta) \cdot \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \cdot (A_1)^{1/1-\alpha} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} - \rho \right] \quad (1)$$

Siendo $\theta > 0$ y $\rho > 0$ dado que son parámetros relacionados con las preferencias de los hogares. Por otra parte $0 < \alpha < 1$ indica la elasticidad del producto marginal de los bienes intermedios. Un supuesto importante que realizan los autores, es que estos tres parámetros son similares para ambas economías (la líder y la seguidora). Por otra parte, A_1 es un parámetro de productividad que representa la calidad de la gobernanza y el nivel de la tecnología. L_1 denota dotación de trabajo y η es el costo unitario de inventar una nueva variedad.

Por el lado de la empresa seguidora, la tasa de crecimiento será:

$$\gamma_2 \approx \gamma_1 - \mu \log \left[\frac{(N_2/N_1)}{(N_2/N_1)^*} \right] \quad (2)$$

Donde N_1 es el número de variedades de productos intermedios ideados en la economía líder y N_2 el número de productos introducidos en la economía seguidora. En todo momento $N_2 \leq N_1$. Por su parte, μ es un parámetro positivo que determina la velocidad de convergencia, y $(N_2/N_1)^*$ es un cociente que muestra cuando los dos países se encuentran en estado estacionario.

Dada las ecuaciones (1) y (2) es posible extraer algunas conclusiones. En primer lugar, la tasa de crecimiento de la economía líder puede incrementarse reduciendo los costos de invención (η), incrementando la fuerza de trabajo L_1 (a lo que las TIC pueden contribuir directamente) o elevando el parámetro de productividad A_1 , esto último a partir de acciones que promuevan “los gobiernos electrónicos, la rendición de cuentas, las asociaciones público-privadas, y aprendiendo de las mejores prácticas en todo el mundo, las TIC mejoran la calidad de la gobernanza y, por tanto, la productividad” (Vu, 2011, p. 360).

Finalmente, la economía seguidora tendrá una tasa de crecimiento que dependerá fundamentalmente de la tasa de crecimiento de la economía líder (γ_1) y de μ . Este último resultado es relevante, si se tiene en cuenta un desglose conceptual de las transformaciones tecnológicas actuales y sus impactos sobre el crecimiento. Por un lado, la industria 4.0 que refiere a un modo de producir basado en la incorporación de tecnologías 4.0, enfocadas fundamentalmente en la automatización, la robotización de procesos y los datos en tiempo real, y por otro, la economía de servicios digitales fundamentada principalmente a

partir del uso de plataformas (comercio electrónico). Algunos autores como Capello y Lenzi (2023) muestran que la adopción de la tecnología de industria 4.0 y la automatización podrían estar asociadas con el crecimiento económico regional de aquellas locaciones donde se produce la transformación, mientras que los efectos de la digitalización se extienden y difunden de manera más general por todas las regiones, sin brindar a aquellas regiones donde prevalece la transformación de la economía de servicios digitales ninguna ventaja significativa de crecimiento con respecto a otras.

Revisión de la literatura

En general, la literatura empírica existente en torno a la cuestión TIC, productividad y crecimiento económico y ha sido agrupada atendiendo a diferentes criterios (Fernández-Portillo *et al.*, 2020; Vu *et al.*, 2020): efectos de las TIC sobre el crecimiento económico y/o la Productividad Total de los Factores (PTF) –incluyendo pruebas de causalidad–, canales de transmisión, e impacto diferencial de las TIC, según el tipo de país.

No obstante, también es posible encontrar autores que dividen a los estudios en dos categorías: los que estudian la relación de las TIC sobre la PTF –realizando aquí una subdivisión entre estudios a nivel países y estudios a nivel empresas– y los que estudian la relación de las TIC con la productividad del trabajo (Shahnazi, 2021).

Para el caso de países de América Latina, la literatura empírica se encuentra concentrada en el análisis de casos individuales a nivel país o firmas. A excepción de los trabajos de Hofman *et al.* (2016) y Quiroga-Parra *et al.* (2017).

Hofman *et al.* (2016) analizan el impacto de las TIC sobre el crecimiento económico de cinco países de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México) para el periodo 1990-2013. Asimismo, los autores están interesados en explicar la brecha del PIB per cápita en relación al de la economía estadounidense. La principal causa que encuentran, para la persistencia en la brecha de productividad laboral, es la creciente brecha en las TIC que contrarresta las mejoras del capital humano en América Latina.

Quiroga-Parra *et al.* (2017) realizan un análisis comparado del uso de las TIC entre seis países de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y México) y siete países desarrollados. Los resultados muestran las fuertes brechas tecnológicas, de conocimiento, productividad e innovación en la región; los autores señalan como primera evidencia que las TIC son una razón causal del bajo nivel de productividad y calidad de vida en América Latina.

Aunque no desarrollan un modelo econométrico, realizan las principales comparaciones basándose en correlaciones para diferentes medidas de acceso y uso de TIC.

A diferencia de estos dos trabajos, a nivel grupo de países y economía agregada, este trabajo considera un periodo reciente y extenso donde internet ya no es una tecnología de introducción, así como un mayor número de secciones cruzadas. Por otra parte, la metodología de datos de panel es útil para la comparación internacional con otros trabajos.

A nivel empresa, y para el caso ecuatoriano, Arévalo-Avecillas *et al.* (2017) llevan a cabo un trabajo correlacional, en el que arriban a tres conclusiones principales. Por un lado, existe una clara influencia entre inversión en TI y productividad de las organizaciones. Por otra parte, la adopción de un sitio web muestra una relación significativa y positiva en función del desempeño de productos y servicios, y por último, no presenta relación alguna con respecto al rendimiento de procesos de negocio. Finalmente, el uso de comercio electrónico no muestra una relación significativa con la productividad.

Figueroa Hernández *et al.* (2021) estudian, para el caso de la economía mexicana, el impacto de internet sobre el crecimiento económico para el periodo 1990-2018. A partir de un modelo uniecuacional estimado por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) encuentran un efecto positivo de las variables número de usuarios de internet y suscripciones de teléfonos fijos sobre el crecimiento.

Utilizando un modelo cuadrático, para el caso de Nicaragua, Brenes-González (2023) estima las semielasticidades de porcentaje de hogares que usa internet sobre el crecimiento económico de esa economía. El coeficiente estimado para el caso de la variable lineal es de 0.0373.

Para el caso de otras economías, las contribuciones empíricas recientes son, en general, más prolíferas tal vez debido a la mayor disponibilidad y especificidad de los datos. En este sentido, Gopane (2020) examina la influencia de la digitalización sobre la productividad laboral a partir de modelización econométrica basado en un modelo de crecimiento endógeno para el caso del bloque denominado BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica). Los hallazgos del estudio confirman la nueva paradoja de la productividad, dado que el autor concluye que una digitalización acelerada que no se manifiesta en un crecimiento de la productividad.

Para el caso de países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Kurniawati (2021) trabaja con una muestra de 24 países para el periodo 2000-2018. La metodología utilizada se basa en cointegración en el marco de un panel y modelos de corrección de errores

vectoriales. Los resultados a los que arriba muestran que el desarrollo de la innovación es muy significativo para promover el crecimiento económico en los últimos años de su muestra.

Estudios anteriores para países europeos o de la OCDE son los de Nair *et al.* (2020) y Pradhan *et al.* (2017b, 2018, 2019a y 2019b). En todos los casos, y trabajando con diferentes metodologías, periodos y grupos de países, encuentran impactos positivos de las TIC sobre el crecimiento económico.

Adeleye *et al.* (2022), por ejemplo, testean la denominada hipótesis de salto para ocho economías de la Asociación Surasiática para la Cooperación Regional (South Asian Association for Regional Cooperation, SAARC, por sus siglas en inglés) para el periodo 2000-2020. El examen de dicha hipótesis se lleva a cabo a partir de un panel de datos desbalanceado. Las variables clave son el PIB real per cápita y cuatro indicadores de TIC (teléfonos móviles, teléfonos fijos, banda ancha fija y usuarios de internet). El método principal de estimación es el Método de Regresión Cuantílica de Momentos (MM-QR). Los resultados hallados muestran que las TIC (indicadores individuales e índice compuesto) ejercen un efecto positivo estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico. Asimismo, la hipótesis del salto es válida para teléfonos móviles y modelos de índices compuestos y en el caso de banda ancha fija sólo para los cuantiles inferiores.

Odhiambo (2022) se propone estudiar para el caso de países de África subsahariana y para el periodo 2004-2014, la relación entre las TIC, la distribución del ingreso y el crecimiento económico. La técnica de estimación utilizada es el Método Generalizado de Momentos (GMM). El autor encuentra evidencia de que, en general, un aumento en el desarrollo de las TIC conduce incondicionalmente a un aumento del crecimiento económico en los países estudiados.

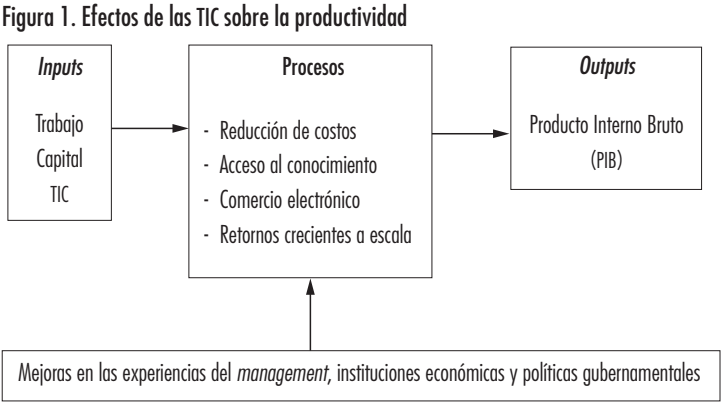
Recientemente, Lyu *et al.* (2023) encuentran evidencia de una relación positiva entre la economía digital y la PTF ecológicos para el caso de la economía china. Sus principales hallazgos muestran que la economía digital tiene, por un lado, un impacto directo positivo y, por otro, un efecto de derrame espacial sobre la PTF verdes en forma de “U”. El origen de estos efectos se encuentra vinculado principalmente al rol de la economía digital como agente de promoción del progreso de la tecnología verde. Asimismo, los resultados reportados del análisis de heterogeneidad muestran que la economía digital es el factor fundamental para que las ciudades que tienen sus economías basadas en recursos naturales, rompiendo así con la denominada maldición de los recursos naturales.

Haldar *et al.* (2023) trabajan con una muestra de 16 países emergentes en el periodo 2000-2018. Utilizando las estimaciones provenientes del GMM con

variable instrumental y regresiones con efectos fijos, concluyen que las TIC no sólo aumentan monótonamente el crecimiento económico, sino que también ejercen un efecto aumentando la eficacia del desarrollo financiero sobre el crecimiento. No obstante, los autores advierten que las TIC acentúan los efectos negativos del comercio sobre el crecimiento económico.

Sobre la relación TIC *vs.* productividad laboral la literatura es extensa. En general, se documenta un efecto positivo del uso de las TIC sobre la productividad laboral, aun para aquellas personas con menores niveles educativos (Lee *et al.*, 2020).

Adicionalmente, emerge como otro importante tema relacionando la cuestión de la sensibilidad de los puestos de trabajo a la computarización y la difusión extendida de la robótica en los distintos sectores (Lorenz *at al.*, 2023; Acemoglu y Restrepo, 2020; Frey y Osborne, 2017). En este sentido, es importante notar que “las TIC’s pueden afectar la reducción de costos al ahorrar mano de obra y capital. Esto puede afectar la flexibilidad del proceso de producción y puede inducir un retorno creciente a escala” (Shahnazi, 2021, p. 345) (véase figura 1).



Fuente: elaboración propia, adaptado (editado y completado) de Shahnazi (2021).

Finalmente, la tabla 1 ofrece una síntesis de los trabajos empíricos sobre los impactos de las TIC sobre la productividad y el crecimiento:

Tabla 1. Síntesis de estudios recientes

<i>Autor</i>	<i>País</i>	<i>Periodo</i>	<i>Metodología</i>	<i>Resultado</i>
Brenes-González (2023)	Nicaragua	2000-2020	Modelo cuadrático	La semielasticidades del porcentaje de hogares que usa internet sobre el crecimiento económico, para el caso de la variable lineal, es de 0.0373.
Kurniawati (2021)	24 economías de la OCDE	2000-2018	Cointegración. Datos de panel. Modelos de Corrección de Errores Vectoriales	El desarrollo de la innovación es muy significativo en el crecimiento económico en los últimos años de su muestra.
Figueroa Hernández <i>et al.</i> (2021)	México	1990-2018	Mínimos Cuadrados Ordinarios	Efecto positivo de las variables número de usuarios de internet y suscripciones de teléfonos fijos sobre el crecimiento.
Shahnazi (2021)	28 economías de la Unión Europea	2007-2017	Modelos de Regresión con Dependencia Espacial	Un aumento del 1% en el índice de las TIC del país <i>i</i> resulta en un aumento promedio del 0.357% en la productividad laboral del país <i>i</i> , un aumento promedio del 0.421% en los demás países y un aumento promedio del 0.778% de todos los países.
Fernández Portillo <i>et al.</i> (2020)	Países europeos integrantes de la OCDE	2014-2017	Regresión de Mínimos Cuadrados Parciales. Medida <i>proxy</i> de TIC: The digital economy and society index	Causalidad positiva desde las TIC hacia el crecimiento económico.
Gopane (2020)	BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica)	1990-2018	Mínimos Cuadrados Ordinarios. Pooled Model	Una digitalización acelerada no se manifiesta en un crecimiento de la productividad.
Quiroga-Parra <i>et al.</i> (2017)	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y México	1995-2014	Análisis correlacional	Las TIC son una razón causal del bajo nivel de productividad y calidad de vida en América Latina.
Hofman <i>et al.</i> (2016)	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México	1990-2013	Descomposición de los factores que determinan la brecha del PIB per cápita con EU	La principal causa de que persista la brecha de productividad laboral es la creciente brecha en las TIC que contrarresta las mejoras en el capital humano.

Fuente: elaboración propia.

3. DATOS Y METODOLOGÍA

Para realizar este análisis se consideraron diferentes fuentes de información: la Penn World Table 10.0 (PWT) (Feenstra *et al.*, 2015), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), dependiente de la ONU, la World Bank Open Data del Banco Mundial, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT) y la Worldwide Governance Indicators (WGI) elaborada por el Banco Mundial (véase tabla 2).

Tabla 2. Variable utilizadas

<i>ID</i>	<i>Fuente</i>	<i>Variable</i>	<i>Tipo</i>	<i>Signo esperado</i>
PTF	PWT 10.0	Productividad total de los factores	Dependiente	
PHBA	ITU	Porcentaje de hogares con banda ancha	Independiente	+
FBC	World Bank Open Data (BM)	Formación bruta de capital fijo (% of PIB)	Control	+
GID	RICYT	Gasto en I+D (% PIB)	Control	+
RJ	Worldwide Governance Indicators (BM)	Reglas de Juego	Control	+

Fuente: elaboración propia.

Se intenta conocer la evolución de la variable PTF en función del PHBA. La adopción de esta variable como *proxy* de las TIC responde a la disponibilidad de datos proporcionados por la ITU para el grupo de países sobre el que se pretende aportar evidencia. En este sentido, PHBA permite realizar una muestra más amplia que la que se lograría con otras métricas que suelen utilizarse a este efecto (*e.g* número de teléfonos o el número total de usuarios de internet) cubriendo un mayor número de periodos, así como también de economías latinoamericanas. Adicionalmente, se incorporan tres variables de control comúnmente mencionadas en la literatura: la formación bruta de capital fijo (como porcentaje del PIB) –(FBC)–, el gasto en I+D (como porcentaje del PIB) –(GID)– y las reglas de juego (RJ).² Esta última intenta incorporar un importante aspecto institucional, reflejando las percepciones de la medida en que

² Mayor detalle metodológico sobre la conformación del índice puede encontrarse en Kaufmann *et al.* (2010).

los agentes confían en las reglas de la sociedad y las cumplen, y en particular la calidad del cumplimiento de los contratos, los derechos de propiedad, la policía y los tribunales, así como la probabilidad de delitos y violencia. En este sentido, algunos de los aspectos más importantes dentro de la construcción de esta métrica son: la protección de los derechos de propiedad y los derechos intelectuales, la equidad en los procesos judiciales, el crimen organizado y sus costos sobre la actividad económica, la independencia judicial, la confianza en las fuerzas policiales, el riesgo de expropiaciones y cambios de contratos (*IHS Markit World Economic Service*) y un componente de ley y orden (*Political Risk Services International Country Risk Guide*). Es construida como un índice en una escala que asume valores entre -2.5 y 2.5 (-2.5 representa peor desempeño y débil gobernanza, 2.5 mejor desempeño y fuerte gobernanza).

De esta forma, el modelo propuesto es el siguiente:

$$\log(\text{PTF}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(\text{PHBA}_{it}) + \beta_2 \log(\text{FBC}_{it}) + \beta_3 \log(\text{GID}_{it}) + \beta_4 \text{RJ}_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

$$\mu_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \varphi_{it} \quad (4)$$

Nótese que se trata de un modelo de panel basado en componentes del error *two-way* (Baltagi, 2021) susceptible de ser estimado por métodos sencillos como MCO. Dada su formulación, la estimación de los coeficientes permitirán obtener elasticidades, excepto para RJ, que será una semielasticidad.

Dado que se trata de un panel desbalanceado, sólo es posible considerar efectos fijos. En términos más generales, la modelización propuesta implica que dado un modelo general como el siguiente:

$$y_{it} = X_{it}\beta + \mu_{it}; \quad i = 1, \dots, N_t; \quad t = 1, \dots, T$$

$$\mu_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \varphi_{it} \quad (5)$$

donde N_t ($N_t \leq N$) denota el número de individuos observados en el año t , con $n = \sum_t N_t$.

Es posible definir D_t , una matriz de orden $N_t \times N$, obtenida desde una matriz identidad, I_N , omitiendo las filas correspondientes a los individuos no observados en el año t . De esta forma, es resulta factible definir:

$$\Delta = \Delta_1 = \Delta_2 = \begin{bmatrix} D_1 & D_{1:n} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ D_T & \dots & \dots & D_{T:n} \end{bmatrix} \quad (6)$$

donde $\Delta_1 = (D'_1, \dots, D'_T)$ es de orden $n \times N$ y $\Delta_2 = \text{diag}[D_{t:n}] = \text{diag}[tN_t]$ es $n \times T$. La matriz proporciona la estructura de variables ficticia para el modelo de datos incompleto (panel desbalanceado).

4. RESULTADOS

Análisis descriptivo

En la tabla 3 se ilustran las estadísticas principales de las variables involucradas en el análisis.

Tabla 3. Resumen estadístico

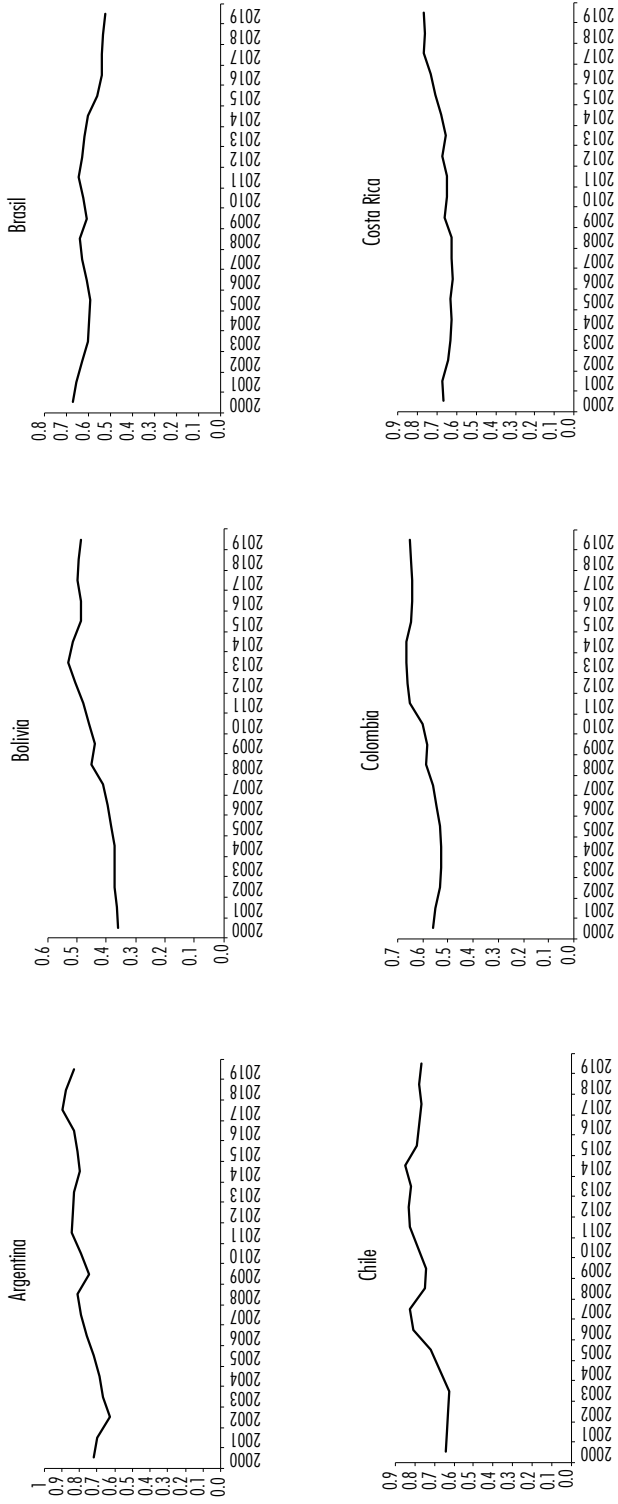
<i>Variable</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvío estándar</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Observaciones</i>
PTF	0.62	0.64	0.12	0.90	0.36	239
PHBA	25.49	18.36	21.85	89.90	0.25	223
FBC	20.45	19.94	4.28	33.69	11.69	240
GID	0.0037	0.0003	0.0031	0.01370	0.00002	185
RJ	-0.29	-0.51	0.72	1.43	-1.25	240

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar, se destaca una profunda discrepancia en la variable PHBA, lo que refleja la marcada diferencia entre los países respecto al PHBA. En este sentido, mientras que para el último año de la muestra países como Argentina y Chile tienen valores de entre 85 y 90%, otros como Guatemala, Paraguay y Perú presentan valores inferiores al 40%.

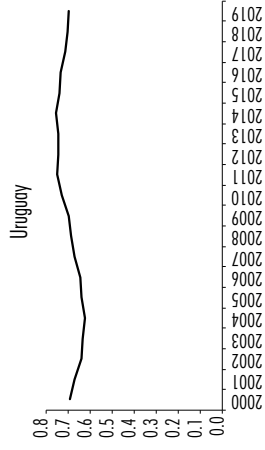
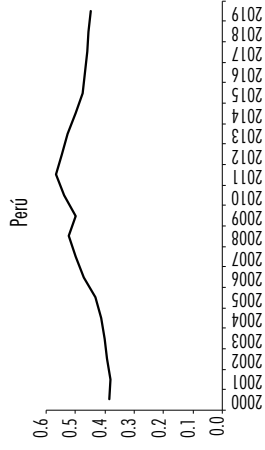
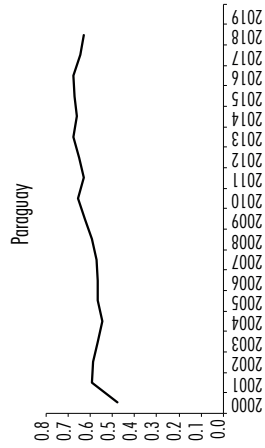
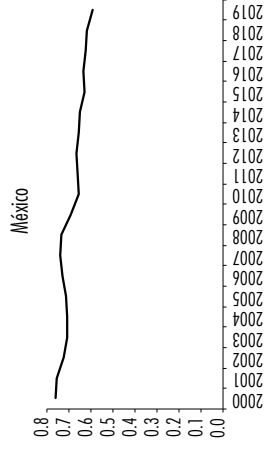
Por otra parte, la PTF no ha tenido un desempeño al unísono en las diferentes economías (véase figura 2). Aunque en algunas de ellas, se observa una tendencia positiva, en el caso de Brasil y México la tendencia es manifiestamente descendente.

Figura 2. Evolución de la PTF



Continúa

Figura 2. Evolución de la PTF (continuación)



Fuente: elaboración propia.

Estimaciones

La tabla 4 resume los principales resultados de la estimación. La misma se efectuó mediante MCO y se realizó con errores estándar robustos a partir de la utilización de una matriz de White que resuelve la dependencia entre las diferentes secciones cruzadas.

Tabla 4. Estimación bajo metodología de panel con efectos fijos *two-way*

<i>Variable dependiente: PTF</i>			
<i>Regresores</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Error estándar</i>	<i>t Student – p valor</i>
Log(PHBA)	0.064	0.012	0.000 (***)
Log(FBC)	0.205	0.069	0.008 (***)
Log(GID)	0.036	0.020	0.092 (*)
RJ	0.104	0.049	0.048 (**)
Intercepto	-1.052	0.186	0.000
R2	0.9331		
Normalidad (Jarque Bera)	2.788		
	(p-valor 0.247 (***))		
<i>Efectos fijos redundantes</i>			
	<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>p valor</i>
Sección cruzada	Chi- Cuadrado	279.71	0.000 (***)
Periodo	Chi- Cuadrado	29.59	0.047 (**)

Notas: (***) ; (**); (*), indica significativo al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, es posible observar que todas las variables presentan los signos esperados *a priori*, de acuerdo con lo señalado a nivel teórico, al tiempo que muestran significatividad estadística. El coeficiente de la variable PHBA muestran que un cambio del 1% en ella está asociado a un cambio en la variable dependiente (PTF) de 0.064%. Esto indica que la contribución, aunque va en la dirección señalada por la teoría, presenta una fuerte inelasticidad, lo cual implica que el incremento en el porcentaje de hogares con

banda ancha tiene un impacto modesto sobre las mejoras de la productividad. Dicho valor se encuentra muy próximo al reportado por Niebel (2018) quien, si bien calcula la elasticidad del crecimiento económico respecto del capital de las TIC, son medidas que *a priori* se podrían pensar como próximas en virtud de la gran influencia de la PTF en el crecimiento. La muestra que utiliza el autor está formada por países con distinto grado de desarrollo. El valor global estimado en dicho estudio es de 0.089 para la muestra global; sin embargo, un análisis más exhaustivo le permite presentar los resultados en función de grupos de países, y concluye que esos valores son 0.066, 0.059 y 0.084 para países en desarrollo, emergentes y desarrollados, respectivamente. En la misma dirección, Mashadihasanli y Zülfiakar (2023) arriban a un valor similar para la elasticidad del crecimiento económico respecto al número de usuarios de internet cada cien personas. En particular, utilizando una estimación por GMM concluyen que el valor es 0.0477 para una muestra formada por 35 países (desarrollados y en desarrollo) y para el periodo 2001-2021.

Por otra parte, todas las variables de control muestran también coeficientes con signos esperados y algún grado de significatividad estadística. Para el caso de la primera de ellas, FBC, utilizada como variable *proxy* de inversión, el resultado también es inelástico, 0.205, lo cual implica que un cambio del 1% en la inversión implica un cambio del 0.205% en la PTF. Este resultado es razonable, y tiene sentido entre otros factores debido a la ley de rendimientos marginales decrecientes.

Algo similar ocurre con la variable gasto en I+D, cuyo coeficiente arroja un valor de 0.03. Sin embargo, esta variable resultó significativa sólo al 10%. El valor reportado se encuentra en línea con estimaciones para países de desarrollados. En este sentido, Piekkola (2022) estima para Finlandia la elasticidad del producto en relación al gasto en I+D en un rango de entre 0.036 y 0.039.

En relación con la variable institucional de control RJ, también resulta significativa al 5% y debe tenerse presente que en este caso su coeficiente muestra una semielasticidad, habida cuenta que ingresa al modelo en nivel por asumir valores entre -2.5 y 2.5. De esta forma, los resultados muestran una contribución positiva de las RJ hacia la PTF. Esto implica que una mejora de un 1% en RJ repercute aproximadamente en un cambio de 0.0052% de la PTF.

En términos de la figura 1, las variables de control FBC y RJ tienen una incidencia positiva sobre la productividad. FBC vía *inputs* y RJ mediante el proceso para la obtención de *outputs*. En este sentido, Shahnazi (2021) sos-

tiene que las TIC son capaces de afectar el proceso vía reducción de costos a partir de reducción o ahorro de *inputs* (trabajo y capital). En este punto, resulta claro que el grado de flexibilidad del proceso productivo dependerá en gran medida de aspectos institucionales vinculados a las “reglas de juego”.

Por otra parte, las pruebas de validación del modelo son satisfactorias, existe normalidad residual y el nivel de explicación es adecuado (el 93% de las variaciones de la PTF viene explicado por las variaciones conjuntas de las explicativas). El problema de dependencia residual entre las secciones cruzadas se resuelve utilizando el procedimiento de White.

Por último, el anexo presenta los efectos fijos por sección cruzada y por periodo, respectivamente. En relación con los primeros, sólo Bolivia, Brasil, Perú y Uruguay presentan valores negativos, lo que implica adicionar al intercepto de sus respectivas ecuaciones dichos valores idiosincráticos, mientras que los efectos por periodos reflejan los cambios vinculados al intercepto en cada uno de los años de referencia.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó una primera contribución al debate moderno de la paradoja de la productividad. En este sentido, se abordó la cuestión de cómo el uso de internet por parte de familias puede afectar a la productividad de la economía. El tema ha despertado nuevamente el interés de los investigadores a partir de los avances tecnológicos recientes, muchos de ellos posibilitados por la difusión de internet.

Dicho impacto es analizado a partir de una muestra de países de Latinoamérica (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Paraguay, Perú y Uruguay), para el periodo 2000-2019. El efecto se examina a partir de un modelo de datos de panel *two-way*. La elección del periodo y las unidades de corte transversal se ha visto condicionada en gran medida por la disponibilidad de información.

Los resultados hallados a partir de un modelo permitieron cuantificar el impacto del avance del uso de internet por parte de las familias sobre la productividad de la economía. En particular, el valor estimado muestra que la contribución es positiva pero inelástica. Esto es, cambios en el porcentaje de hogares con banda ancha provocan cambios en igual sentido en la productividad, pero menos que proporcionales. En concreto, un aumento del 1% en el PHBA genera un incremento de la PTF del 0.064%.

Asimismo, el modelo incorporó tres variables de control para evitar sesgo en las estimaciones. Ellas son la formación bruta de capital fijo como porcentaje del PIB (FBC), el gasto en I+D (GID) y las RJ, todas ellas indicadas en la teoría. Los resultados muestran un impacto positivo de todas ellas, tal como se esperaba, y algún grado de significatividad estadística.

La primera aproximación presentada en este trabajo podría continuarse y ampliarse en varias direcciones. En primer lugar, cuando exista mayor disponibilidad de datos y actualización de bases de datos internacionales, será posible replicar el trabajo para un periodo más amplio y en caso de contar con un panel balanceado aplicar incluso otras técnicas desestimadas aquí por disponer sólo de un panel desbalanceado de datos. En segundo lugar, podría emplearse metodología econométrica de series de tiempo adicional a la utilizada para la medición del fenómeno considerado. Sin embargo, para este propósito sería deseable contar con series más largas. Un modelo ADRL (*auto-regressive distributed lag model*) podría constituir una herramienta propicia para analizar el impacto de la cuestión de los rezagos del uso de internet sobre la productividad. Por otra parte, podrían incorporarse otros países con similar grado de desarrollo al grupo considerado. El interés de este trabajo estuvo acotado sólo a países de Latinoamérica. Finalmente, sería deseable profundizar el análisis sobre los canales por los que el uso de internet puede afectar a la productividad de la economía, en virtud del gran desarrollo que está experimentando y se espera a futuro en campos como la IA y de los cuales comenzará a haber series estadísticas largas en los próximos años.

En cualquier caso, será necesario que los países destinen mayores recursos a las políticas públicas destinadas a la recopilación sistemática y detallada de información que permita continuar analizando la denominada “Paradoja de la Productividad”.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece los comentarios y sugerencias de dos evaluadores anónimos quienes contribuyeron a mejorar el artículo. No obstante, cualquier error que persista es responsabilidad única del autor.

ANEXOS

Tabla A1. Efectos fijos por secciones cruzadas

<i>País</i>	<i>Efecto</i>
Argentina	0.3017
Bolivia	-0.1872
Brasil	-0.0552
Chile	0.0291
Colombia	0.0235
Guatemala	0.3811
México	0.0878
Paraguay	0.1714
Perú	-0.1894
Uruguay	-0.0852

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2. Efectos fijos por periodo

<i>Año</i>	<i>Efecto</i>
2000	-0.026639
2001	0.068869
2002	0.005092
2003	-0.008432
2004	-0.001415
2005	-0.008338
2006	0.012349
2007	0.026574
2008	0.013065
2009	-0.014203
2010	-0.030796

Continúa

**Tabla A2. Efectos fijos por periodo
(continuación)**

Año	Efecto
2011	-0.000493
2012	-0.005258
2013	-0.009618
2014	-0.034583
2015	-0.072969
2016	-0.071826
2017	-0.080155
2018	-0.094017
2019	-0.110053

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, 128(6). <https://doi.org/10.1086/705716>
- Adeleye, B. N., Jamal, A., Adam, L. S. y Oyedepo, T. (2022). ICT leapfrogging and economic growth among SAARC economies: Evidence from method of moments quantile regression. *Journal of Global Information Technology Management*, 25(3). <https://doi.org/10.1080/1097198x.2022.2094184>
- Arévalo-Avecillas, D. X., Padilla-Lozano, C. P., Bustamante-Ubilla, M. A. y Vidal-Silva, C. L. (2017). Contrastación de la paradoja de la productividad por el uso de las Tecnologías de Información: el caso ecuatoriano. *Información Tecnológica*, 28(1). <https://doi.org/10.4067/s0718-07642017000100017>
- Baltagi, B. H. (ed.) (2021). *Econometric analysis of panel data*. Editorial Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5_9
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (eds.) (2004). *Economic growth*. MIT Press.
- Ben Lahouel, B., Taleb, L., Ben Zaied, Y. y Managi, S. (2021). Does ICT change the relationship between total factor productivity and CO2 emissions? Evidence based on a nonlinear model. *Energy Economics*, 101, 105406. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105406>

- Brenes-González, H. A. (2023). El uso del internet y su relación con el crecimiento económico: análisis para Nicaragua. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 19(19). <https://doi.org/10.22463/24221783.4030>
- Brynjolfsson, E., Rock, D. y Syverson, C. (2019). Artificial Intelligence and the modern productivity paradox. En Agrawal, A., Gans, J. y Goldfarb, A. (coord.). *The Economics of Artificial Intelligence* (p. 23). University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.003.0001>
- Capello, R. y Lenzi, C. (2023). 4.0 technological transformations: heterogeneous effects on regional growth. *Economics of Innovation and New Technology*, 33(5). <https://doi.org/10.1080/10438599.2023.2204523>
- Feenstra, R. C., Inklaar, R. y Timmer, M. P. (2015). The next generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105(10). <https://doi.org/10.1257/aer.20130954>
- Fernández-Portillo, A., Almodóvar-González, M. y Hernández-Mogollón, R. (2020). Impact of ICT development on economic growth. A study of OECD European Union countries. *Technology in Society*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101420>
- Figueroa Hernández, E., Pérez Soto, F. y Godínez Montoya, L. (2021). El impacto del internet en el crecimiento económico de México. En Rózga Luter, R. E., Serrano Oswald, S. E. y Mota Flores, V. E. (coords.) (2021). *Innovación, turismo y perspectiva de género en el desarrollo regional* (vol. V). UNAM-IIIEC.
- Frey, C. B. y Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Gopane, T. J. (2020). Digitalisation, productivity, and measurability of digital economy: Evidence from BRICS. Digital economy. En Bach Tobji, M. A, Jallouli, R., Samet, A., Touzani, M., Alecsandru Strat, V. y Pocatilu, P. (coord.). *Emerging Technologies and Business Innovation* (p. 27). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64642-4_3
- Haldar, A., Sucharita, S., Dash, D. P., Sethi, N. y Chandra Padhan, P. (2023). The effects of ICT, electricity consumption, innovation and renewable power generation on economic growth: An income level analysis for the emerging economies. *Journal of Cleaner Production*, 384, 135607. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135607>
- Hofman, A., Aravena, C. y Aliaga, V. (2016). Information and communication technologies and their impact in the economic growth of Latin America, 1990-2013. *Telecommunications Policy*, 40(5). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.02.002>

- Juhász, R., Squicciarini, M. P. y Voigtländer, N. (2020). Technology adoption and productivity growth: Evidence from industrialization in France (No. w27503). *National Bureau of Economic Research*.
- Kaufmann, D., Kraay, A. y Mastruzzi, M. (2010). The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues. *World Bank Policy Research Working Paper*, (5430).
- Kim, J., Park, J. C. y Komarek, T. (2021). The impact of mobile ICT on national productivity in developed and developing countries. *Information and Management*, 58(3). <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103442>
- Kurniawati, M. A. (2021). ICT infrastructure, innovation development and economic growth: A comparative evidence between two decades in OECD countries. *International Journal of Social Economics*, 48(1). <https://doi.org/10.1108/ijse-05-2020-0321/v2/review1>
- Lee, J. W., Song, E. y Kwak, D. W. (2020). Aging labor, ICT capital, and productivity. *Japan and Korea. Journal of the Japanese and International Economies*, 58 (1). <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2020.101095>
- Lyu, Y., Wang, W., Wu, Y. y Zhang, J. (2023). How does digital economy affect green total factor productivity? Evidence from China. *Science of The Total Environment*, 857. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159428>
- Lorenz, H., Stephany, F. y Kluge, J. (2023). The future of employment revisited: How model selection affects digitization risks. *Empirica*, 50(2). <https://doi.org/10.1007/s10663-023-09571-2>
- Mashadihasanli, T. y Zülfiqar, H. (2023). The impact of information and communication technologies on economic growth: The case of selected European countries. *Journal of Research in Economics*, 3(3). <https://doi.org/10.29228/jore.28>
- Nair, M., Pradhan, R. P. y Arvin, M. B. (2020). Endogenous dynamics between R&D, ICT and economic growth: empirical evidence from the OECD countries. *Technology in Society*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101315>
- Niebel, T. (2018). ICT and economic growth-comparing developing, emerging and developed countries. *World Development*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.11.024>
- Odhiambo, N. M. (2022). Information technology, income inequality and economic growth in sub-Saharan African countries. *Telecommunications Policy*, 46(6). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102309>
- Palos-Sanchez, P., Reyes-Menendez, A. y Saura, J. R. (2019). Modelos de adopción de Tecnologías de la Información y cloud computing en las organizaciones. *Información Tecnológica*, 30(3). <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000300003>

- Piekkola, H. (2022). Innovation-driven growth policies for Finland. Informe de antecedentes para el Consejo de Política Económica. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/188112/Piekkola-2022.pdf?sequence=1>
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Bahmani, S. y Bennett, S. E. (2017a). The innovation- growth link in OECD countries: Could other macroeconomic variables matter? *Technology in Society*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.08.003>
- _____, Arvin, M., Nair, M., Bennett, S. y Bahmani, S. (2017b). ICT-finance-growth nexus: Empirical evidence from the Next-11 countries. *Cuadernos de Economía*, 40(113). <https://doi.org/10.1016/j.cesjef.2016.02.003>
- Pradhan, R. P., Mallik, G. y Bagchi, T. P. (2018). Information communication technology (ICT) infrastructure and economic growth: A causality evinced by cross-country panel data. *IIMB Management Review*, 30(1). <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.01.001>
- _____, Arvin, M. B., Nair, M., Bennett, S. E. y Bahmani, S. (2019a). Short-term and long-term dynamics of venture capital and economic growth in a digital economy: A study of European countries. *Technology in Society*, 57(1). <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.11.002>
- _____, Arvin, M. B., Nair, M., Bennett, S. E. y Hall, J. H. (2019b). The information revolution, innovation diffusion and economic growth: an examination of causal links in European countries. *Quality and Quantity*, 53(3). <https://doi.org/10.1007/s11135-018-0826-2>
- Quiroga-Parra, D. J., Torrent-Sellens, J. y Murcia-Zorrilla, C. P. (2017). Information technology in Latin America, its impact on productivity: A comparative analysis with developed countries. *Dyna*, 84(200). <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v84n200.60632>
- Sánchez, J. L., Rata, B. M., Duarte, A. R. y Sandulli, F. D. (2006). Uso de internet y paradoja de la productividad: el caso de las empresas españolas. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, (26). <https://www.re-dalyc.org/pdf/807/80702603.pdf>
- Shahnazi, R. (2021). Do information and communications technology spillovers affect labor productivity? *Structural Change and Economic Dynamics*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.09.003>
- Solow, R. M. (1987). We'd better watch out. *New York Times Book Review*, 36.
- Soylu, Ö. B., Adeleye, B. N., Ergül, M., Okur, F. y Lorente, D. B. (2022). Investigating the impact of ICT-trade nexus on competitiveness in Eastern and Western European countries. *Journal of Economic Studies*, 50(4). <https://doi.org/10.1108/jes-12-2021-0638>

- Steinmueller, W. E. (2001). ICTs and the possibilities for leapfrogging by developing countries. *International Labour Review*, 140(2). Portico. <https://doi.org/10.1111/j.1564-913x.2001.tb00220.x>
- Vu, K. M. (2011). ICT as a source of economic growth in the information age: Empirical evidence from the 1996-2005 period. *Telecommunications Policy*, 35(4). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2011.02.008>
- Vu, K., Hanafizadeh, P. y Bohlin, E. (2020). ICT as a driver of economic growth: A survey of the literature and directions for future research. *Telecommunications Policy*, 44(2). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101922>
- Zhang, Y., Wang, T. y Liu, C. (2024). Beyond the modern productivity paradox: The effect of robotics technology on firm-level to total factor productivity in China. *Journal of Asian Economics*, 90, 101692. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2023.101692>