

# Stock de Tecnología e Ingreso Per cápita en América Latina y Asia del Este y Sudeste

Cesaire Chiatchohua\*

Instituto Politécnico Nacional, Mexico

Omar Neme Castillo

Instituto Politécnico Nacional, Mexico

Ana Lilia Valderrama Santibáñez

Instituto Politécnico Nacional, Mexico

**Chiatchohua, C., O. Neme Castillo and A.L. Valderrama Santibáñez (2020),  
“Technological Stock and Per capita Income in Latin America, East Asia, and  
Southeast Asia”**

## ABSTRACT

This paper discusses the relationship between technological stock and per capita income in 15 countries of Latin America and 12 of East Asia and Southeast Asia in the period of 1996-2017. A neoclassical endogenous growth model is developed that includes, in addition to physical and human capital, national and foreign technological stock. The econometric estimation employs a static and dynamic panel data methodology. It is estimated that the different versions of technology, classified as national, imported and exclusive of foreign companies, in addition to human capital, favor per capita income. There are also differences in per capita income between the two groups of economies.

**Key Words:** per capita income, foreign technological stock, domestic technology, imported technology, physical capital

---

\* Cesaire Chiatchohua is a research-professor of Instituto Politécnico Nacional, Mexico. Omar Neme Castillo is a research-professor of Instituto Politécnico Nacional, Mexico. Ana Lilia Valderrama Santibáñez is a research-professor of Instituto Politécnico Nacional, Mexico. Direct correspondence to Omar Neme Castillo (oneme@ipn.mx).

## INTRODUCCIÓN

El análisis de la relación entre el comercio internacional y el crecimiento económico ocupa un lugar central en el debate empírico actual. En el ámbito teórico, la economía neoclásica señala que la participación de los países en el comercio internacional puede convertirse en una fuerza positiva del crecimiento económico. Sin embargo, a nivel empírico, no existe consenso respecto al impacto favorable de dicha participación y, en la mayoría de los casos, sólo encuentran efectos estáticos, de limitada significancia, en dicha relación (AUTORES...).

En este sentido, los estudios en América Latina (AL) y el Este y Sudeste asiáticos (ESA) no son pocos, sin embargo, las variables empleadas para el análisis del crecimiento son limitadas o excluyen aspectos importantes para dicho proceso como el stock de tecnología o la importación de bienes que amplían las capacidades de producción doméstica. En buena medida, en un contexto de libre comercio, los países del ESA se caracterizan por acumular tecnología como base del crecimiento económico en comparación con las naciones de AL. Esto puede ser la clave de las diferencias en los ritmos de crecimiento entre ambas regiones.

Al respecto, la acumulación de tecnología favorece la productividad laboral, incentiva el proceso de formación de capital humano, aumenta la producción, minimiza desperdicios de recursos, mejora la calidad de la infraestructura, reduce los costos de producción, entre otros aspectos económicos (Sultanuzzaman et al. 2019). La tecnología es así un motor vital para las actividades económicas.

La literatura que analiza la relación entre acumulación de tecnología y el ingreso per cápita en países en desarrollo es limitada y encuentra resultados diversos respecto al papel de la tecnología. Recientemente, Sultanuzzaman et al. (2019), siguiendo la metodología de Método Generalizado de Momentos para el periodo 2000-2016, estiman efectos positivos y significativos de la tecnología en el crecimiento del ingreso per cápita de 16 países emergentes de Asia (Bangladesh, China, Hong Kong, India, Indonesia, Irán, Corea, Macao, Malaysia, Pakistán, Filipinas, Qatar, Arabia Saudita, Singapur, Sri Lanka y Tailandia).

Mayer (2001), mediante un estudio para 89 países, entre ellos asiáticos y latinoamericanos, y una estructura de contabilidad del crecimiento, concluye que las importaciones de tecnología por los países en desarrollo desde economías más avanzadas tienen fuerte impacto positivo y significativo en el crecimiento diferenciado por países, explicado por la complementariedad con el stock de capital humano. Este hallazgo es

confirmado por Mingyong et al. (2006) quien establece que los spillovers tecnológicos dependen de la inversión en capital humano por el país receptor de dicha tecnología y por el grado de apertura comercial.

Asimismo, Dao (2014) estima, para una muestra de 38 países en desarrollo en el periodo 1995-2010, una relación lineal del PIB per cápita dependiente del progreso tecnológico. En este sentido, Boyer (2014) señala que el crecimiento en el contexto globalizado basado en progreso tecnológico se explica por aumentos en productividad, al migrar de actividades bajas en productividad, bajos salarios, e inversiones en ciencia y tecnología, que incluyen compras desde el extranjero de bienes de capital avanzados.

También, Ghimire et al. (2018), empleando un modelo de panel con variables instrumentales para considerar la endogeneidad, estiman un efecto positivo y significativo de la innovación vía inversión en tecnología y de la imitación vía IED, sobre los niveles de ingreso per cápita en 47 países de ingreso medio para el periodo 1988-2015.

No obstante, Radosevic y Yoruj (2018) establecen que el efecto tecnológico es negativo para un grupo de países; sugieren la existencia de una trampa tecnológica de ingreso medio, por lo que los esfuerzos de actualización tecnológica, que implica inversión pública y privada en I+D, no se reflejan positivamente en los niveles de ingreso en países emergentes. Asimismo, Rahman et al. (2019), a través de un modelo GMM dinámico, no encuentran significancia estadística para el comercio internacional ni para la inversión extranjera proveedora de tecnología sobre el crecimiento económico de los países del Sur de Asia.

Esto se asocia con la idea de Dierk (2010), para quien los derrames de conocimiento tienden a ser ilusorios en países en desarrollo, ya que las empresas domésticas que utilizan tecnología de producción atrasada y trabajadores no calificados generalmente no pueden aprender de las multinacionales con tecnología más adelantada, fallando, en consecuencia, en la adopción tecnológica y en transferir las ventajas de la IED al ingreso per cápita.

Además, en un estudio para un grupo de 46 países de ingreso bajo en Asia y América Latina con datos 1970-1998, Mayer (2000) establece que las importaciones de tecnología de estos países desde países desarrollados con gasto significativo en I+D, tienden a ser de propósito general, además de la capacidad de la economía doméstica para adoptar nuevas tecnologías en la estructura productiva es limitada (Dewan y Hussein 2014); lo que limita el potencial efecto en la evolución del ingreso per cápita. En línea con esto, Fuentes y Mies (2012) establecen que los países en desarrollo tienen problemas de capital humano, institucional y de flexibilidad

microeconómica que restringe la adopción tecnológica y explica rezagos del ingreso per cápita en comparación con economías ricas.

El documento tiene como objetivo determinar, en un ambiente de comercio internacional, el efecto del stock tecnológico extranjero sobre el ingreso per cápita en 15 países de América Latina y 12 de Asia del Este y Sudeste durante 1996-2017. En este periodo, este grupo de naciones asiáticas pasó, en general, por un proceso significativo de transformación económica, integrándose a las cadenas globales de valor y convirtiéndose en exportadores mundiales, impulsando su crecimiento económico. En contraste, los países latinoamericanos mostraron un crecimiento promedio relativamente lento, a pesar del boom de recursos que atrajo nuevas inversiones, aunque mostraron avances en aspectos del desarrollo.

En la siguiente sección se consideran aspectos de la teoría de crecimiento endógeno relativos al comercio internacional. Estos elementos se incorporan en un modelo de crecimiento neoclásico extendido en el apartado tres. En el epígrafe cuarto, se comprueba, mediante técnicas de panel, estático y dinámico, la hipótesis que establece un efecto positivo del stock tecnológico en los países considerados. Por último, se presentan conclusiones con implicaciones de política comercial.

## **ASPECTOS TEÓRICOS**

La validez de la teoría clásica del comercio internacional está limitada por las desventajas derivadas de una creciente especialización, particularmente para los países en desarrollo como los de AL y ESA. Si estos países se especializan en sectores con menores crecimientos de productividad o con bajas elasticidades ingreso de la demanda (manufactura tradicional), las tasas de crecimiento estarán por debajo de los países industrializados y la desigualdad económica se ampliaría, cayendo en la “trampa de la especialización” (Redding 1999).

Romer (1990) planteó un modelo con bienes de capital diferenciados, donde el nivel de producto se determina por el número de variedades. Aquí, los bienes de capital no son sustitutos perfectos y son producidos en el sector intermedio que usa patentes obtenidas en el sector tecnológico por procesos de I+D, al emplear capital humano y conocimiento. Como el conocimiento puede emplearse sin costo mediante efectos spillover, el sector de I+D no muestra rendimientos decrecientes. Por ende, a mayor stock de capital humano empleado en el sector I+D mayor la tasa de crecimiento de una economía. El modelo señala resultados favorables

del comercio internacional con efectos nivel y crecimiento del conocimiento y transferencia de tecnología sin costos adicionales.

Con limitaciones del stock de capital humano y en la capacidad para emplear ese personal en el sector I+D se restringe el crecimiento, al producir solo un pequeño rango de bienes de capital (Rivera-Batiz y Romer 1991). Este modelo tiene dos implicaciones para el comercio internacional de los países considerados. Primero, el número de variedades de bienes de capital diferenciados y la producción total aumentan. En países con dotaciones factoriales diferentes, este comercio aumenta la tasa de incremento de la economía que crecía en menor medida y disminuye la tasa del país avanzado. Segundo, si las ideas fluyen libremente a nivel mundial, el stock de conocimiento en cada país que puede emplearse en el sector de investigación aumentará, estimulándose el crecimiento de la tecnología y de la economía. Por tanto, en la medida que los países de AL y del ESA establezcan programas de investigación científica aplicada que haga uso de esas ideas, su ingreso per cápita se estimulará.

Por último, el conjunto de conocimientos, procedimientos, técnicas, etc. de cada empresa, generado por actividades internas de I+D, encuentra mayores barreras para difundirse tanto al resto de la economía doméstica de esa empresa como a las economías extranjeras. Esto es, de acuerdo al enfoque ecléctico de la inversión extranjera directa (IED) (Dunning 2000), las empresas tienen una ventaja de propiedad al crear esos conocimientos específicos. Además, se infiere que la rentabilidad de operar en mercados extranjeros es mayor a la venta o licencia de esa tecnología exclusiva de la empresa, por lo que internaliza de forma relativamente eficiente esa ventaja tecnológica.

En otras palabras, parte del conocimiento, el más avanzado o estratégico, generado por empresas que invierten productivamente en el extranjero es excluible en mayor grado que el conocimiento generado por otros organismos (por ejemplo, centros de investigación). No obstante, el producto marginal de la actividad innovadora en la economía doméstica crece, pues si bien este nuevo conocimiento no se difunde totalmente impacta en la producción.

## PLANTEAMIENTO

Se establece una función básica de producción neoclásica que incorpora la esencia de los elementos teóricos señalados, donde el producto ( $Y$ ) es función del capital ( $K$ ) y el trabajo ( $L$ );  $Y=K^{\alpha} \cdot (A \cdot L)^{\beta}$ , con  $\alpha+\beta=1$ .

El progreso tecnológico ( $dA/dt$ ) es aumentador de trabajo. La población crece a tasa exógena  $n$ . La acumulación de capital es proporcional al ahorro doméstico, esto es:  $dK/dt = I = S = s \cdot Y$ . El modelo incorpora además capital humano ( $H$ ) y comercio internacional, entendido este último como importaciones de bienes de capital ( $Z$ ) y la participación de empresas multinacionales (EMN) en los países de la región a través del stock de conocimiento ( $W$ ):

$$Y = K^\alpha \cdot H^\beta \cdot Z^\gamma \cdot W^\eta \cdot (A \cdot L)^{1-\alpha-\beta-\gamma-\eta} \quad (1)$$

Los países con limitadas capacidades para la producción de bienes de capital pueden importar esos bienes desde países tecnológicamente adelantados, lo que implica una transferencia de tecnología. El stock de capital importado se modela como un factor de producción separado porque se financia a través de ingresos de las exportaciones netas y muestra una productividad mayor que el capital doméstico. El avance de las importaciones de bienes de capital permite la acumulación de capital importado ( $M$ ):  $dZ/dt = M = XN = x \cdot Y$ , donde  $XN$  son las exportaciones netas de bienes de capital,  $x$  la participación de éstas en el producto total ( $x = XN/Y$ ). El stock de capital importado directamente es creciente en  $M$  financiado por  $XN$ .

El stock tecnológico de los países en desarrollo es limitado; conforme se integren económicamente con economías industrializadas, especialmente mediante flujos de IED o el comercio, las capacidades domésticas de producción aumentarán. Así, la integración comercial ( $W$ ) representa dos opciones contrapuestas. Primero las empresas nacionales vinculadas con las EMN, actualizan sus capacidades tecnológicas generando un efecto *catching up* en la economía doméstica. Segundo, los mayores vínculos comerciales entre esas economías significan que las EMN del país avanzado impactan en la tasa de crecimiento del producto, sin que necesariamente se difundan sus conocimientos y, por tanto, sin contribuir en la formación de capital humano doméstico.

La variable  $W$  es una función de las inversiones extranjeras en la formación de capital y en actividades de I+D, que reflejan productividad mayor que las domésticas.  $W$  son los gastos de países extranjeros para fomentar su capacidad de producción, que se exportan a las economías menos desarrolladas en forma de IED y que representan el stock disponible para producir de manera más eficiente, sin incurrir en costos adicionales. Esto significa que el conocimiento de estas empresas está limitado; no fluye ni con la rapidez ni en la magnitud en la que cabría esperar si

fuera un bien público. La difusión de este conocimiento se restringe parcialmente a los vínculos entre matrices y filiales de EMN, lo que afecta la capacidad de producción de las economías receptoras de IED. De este modo, la presencia de EMN en la economía nacional afecta el ingreso per cápita; en la medida que las actividades de las EMN crezcan en el mercado nacional, cabe esperar que “importen” parte de ese stock de capital desde su país con un efecto cada vez mayor en el producto del país receptor.

Formalmente,  $dW/dt = (dK/dt) \cdot A$ , siendo  $K$  la acumulación de stock tecnológico en el país extranjero  $i$ ;  $A = (IED_j/CD)$  es la tasa de difusión de ese capital, donde  $IED$  es la inversión extranjera directa del país  $i$  al  $j$  y  $CD$  el consumo doméstico en  $j$ , esto último se asocia con la idea de horizontalidad de la actividad económica de las EMN, es decir, recoge el interés de estas empresas por acceder a nuevos mercados (Baldwin y Okubo 2014).

$A$  es la participación de las EMN que emplean su *know how* para producir en el mercado doméstico. La “difusión” de capital físico y tecnológico por las EMN depende de la cantidad acumulada en su país de origen. El stock de capital extranjero “importado” indirectamente es creciente en esos dos términos. En otras palabras, lo anterior mide los efectos *spillovers* de la presencia de EMN en la economía doméstica. Estos efectos indirectos son las transferencias que las empresas multinacionales realizan sin intención e incluye vínculos hacia adelante y atrás con empresas locales, efectos demostración y competencia, que incentivan la modernización de las empresas domésticas, y la migración de trabajadores calificados a otras empresas, entre otros.

Por otro lado, el capital humano puede acumularse de dos maneras distintas: inversión en educación, *learning-by-doing* y desbordamiento internacional de conocimientos (*spillover*). En la primera, la función de producción del capital físico aplica para el capital humano (Mankiw et al. 1992);  $H$  se acumula mediante la inversión en educación ( $I_h$ ) financiada por ahorro ( $S_h$ ), esto es,  $dH/dt = I_h = S_h = s_h \cdot Y$ . En la segunda, los *spillover* internacionales permiten que el conocimiento se difunda más rápidamente a través de las fronteras gracias a las tecnologías de la información y comunicaciones. Los países que no realizan actividades persistentes en I+D pueden beneficiarse de nuevas ideas, procesos o inventos gracias a esta difusión. Esto ofrece la posibilidad de emparejamiento con los países en la frontera tecnológica a través de la acumulación más rápida de capital humano. En el modelo se asume que la capacidad de absorción del conocimiento de un país

permite la acumulación de capital humano aceleradamente. Así, análogamente al *learning-by-doing* se agrega el factor de difusión del conocimiento ( $m$ ) y desarrollo del producto ( $p$ ):  $dH/dt = s \cdot Y \cdot (1+p) \cdot (1+m)$ , con  $0 < p < 1$  y  $0 < m < 1$ ; donde  $1+p$  y  $1+m$  representan los stocks de productos innovados y de conocimiento, respectivamente, siendo entonces vías alternativas para la acumulación de capital humano.

Este modelo explica con mayor detalle el nivel de producto en comparación con el modelo neoclásico tradicional; al incluir tres tipos de capital además del capital físico ( $K$ ); humano ( $H$ ), importado ( $Z$ ) y tecnológico “disponible” en la economía doméstica propiedad de las EMN ( $W$ ).<sup>1</sup> De esta manera, la ecuación (1) especifica los factores que determinan el nivel del ingreso per cápita ( $y$ ) de estado estacionario:

$$\ln(y) = \ln(A_0) + \frac{\beta}{ex} \ln(s_i) + \frac{\tau\beta}{ex} m(1+m) + \frac{a}{ex} \ln(s_k) + \frac{\gamma}{ex} \ln(ex) + \frac{\eta}{ex} \ln(s_w) - \frac{a+\beta+\gamma+\eta}{ex} \ln(n+g+\delta) \quad (2)$$

Donde el ingreso se explica por el stock inicial de tecnología ( $A_0$ ); ahorro doméstico para la inversión en educación ( $s_i$ ) y en capital ( $s_k$ ); desbordamiento internacional del conocimiento ( $1+m$ ) que amplía la acumulación de capital humano, potenciado por el factor  $\tau$  que pondera este conocimiento en función las capacidades domésticas de absorción; exportaciones netas ( $ex$ ) que financian la acumulación de capital; ahorro extranjero para la inversión en stock tecnológico ( $s_w$ ), que incentiva la transferencia restringida de capacidades productivas mediante la integración comercial; crecimiento de la población ( $n$ ) con efecto negativo en el nivel de ingreso per cápita; la tasa de crecimiento de la tecnología ( $g$ ) y la depreciación del capital ( $\delta$ ).

## METODOLOGÍA Y DATOS

La ecuación (1) se estima mediante la técnica de datos panel consistente en tres métodos: efectos agrupados, efectos fijos y efectos aleatorios. Cuando los interceptos y coeficientes son invariantes en el tiempo y en las secciones cruzadas se tiene el caso de datos agrupados. Formalmente,

---

1 La función muestra las características convencionales neoclásicas como rendimientos decrecientes en todos los factores de producción y rendimientos constantes a escala.

$y_i = \delta + \theta X_{it} + u_{it}$ ; donde  $i$  se refiere a los países ( $i=1, 2, \dots, 27$ );  $t$  al tiempo ( $t=1, 2, \dots, 22$ ) y  $u$  al término de error estándar.

Los modelos de efectos fijos (MEF) y aleatorios (MEA) muestran pendientes homogéneas y cada unidad de sección cruzada se representa por diferente intercepto. Para el primero, el intercepto varía mientras que las pendientes son iguales en  $i$  y  $t$ . Dadas las diferencias entre estas unidades, se introduce una variable dummy para cada país que permite incorporar efectos individuales. Formalmente,  $y_{it} = \delta_i + \theta X_{it} + \mu_{it}$ , donde  $\mu_{it} = \lambda_i + u_{it}$ , con  $u_{it}$  NIID  $\sim (0, \sigma_u^2)$  y  $\lambda_i$  representa el efecto específico de la sección cruzada. Para el tercer modelo, las pendientes son iguales pero los interceptos varían en  $i$  y  $t$ . Formalmente,  $y_{it} = \delta_i + \theta X_{it} + \mu_{it}$ , con  $\delta_i = \delta + \lambda_i$ , esto es, el intercepto es una variable aleatoria con valor medio,  $\delta$ , y desviación estándar,  $\lambda_i$ . Por ende,  $y_{it} = \delta + \theta X_{it} + w_{it}$ , con  $w_{it} = \lambda_i + u_{it}$ , con  $\lambda_i$  NIID  $\sim (0, \sigma_\lambda^2)$ ,  $u_{it}$  NIID  $\sim (0, \sigma_u^2)$  y  $E(X_{it}, \lambda_i) = 0$ .

Para asegurar la consistencia y robustez de los resultados se emplean diferentes pruebas. Se explora si las variables dummy del MEF pertenecen efectivamente al modelo a través de la prueba F con hipótesis nula en que los coeficientes adicionales son iguales a cero, es decir,  $\theta_{0i}$  es intersección constante  $\theta_0$  para todos los países ( $H_0: \theta_{0i} = \theta_0$ ). Bajo la hipótesis nula ( $H_0: \sigma_{0i}^2 = 0$ ) el segundo test establece si la estimación por MCO del modelo agrupado es adecuado frente al MEF. El test de Hausman discrimina entre los modelos de efectos fijos y aleatorios. Se considera que ambos estimadores son consistentes si no existe correlación entre el componente de error individual y las variables explicativas y, por tanto, que no hay diferencia sistemática entre ambos (Juárez y Ángeles 2013). La hipótesis nula es que los regresores,  $X_{it}$ , y el error aleatorio específico individual no observable,  $\lambda_i$ , no están correlacionados, esto es,  $H_0: \text{Corr}(X_{it}, \lambda_i) = 0$ . La existencia de correlación implicaría que el mejor modelo es el de efectos fijos puesto que el estimador de efectos aleatorios es inconsistente (Wooldridge 2002); si el estadístico con distribución asintótica  $\chi^2$  rechaza la  $H_0$ , los estimadores de efectos aleatorios están sesgados y se selecciona el MEF.

Asimismo, para comprobar que el término de error satisfaga la condición de ruido blanco Juárez y Ángeles (2013) proponen emplear la modificación de Bhargava et al. (1982) de la prueba Durbin-Watson (DW modificado) y la prueba de Baltagi-Wu LBI (1999) con hipótesis nula  $H_0$ : ninguna correlación serial de primer orden.

Como la presencia de autocorrelación es problema común en este tipo de modelos, posiblemente por una especificación errónea del mismo, se plantea como medida correctiva un modelo de datos de panel dinámico que instrumenta la variable dependiente en forma rezagada, convirtiéndolo

en un modelo autorregresivo de primer orden. Formalmente:

$$y_{it} = \delta_i + \vartheta y_{it-1} + \sum_{i=1}^n \theta_i X_{it} + \psi_i + u_{it} \quad (3)$$

Donde  $y_i$  es un vector de ingresos per cápita para el país  $i$  en el tiempo  $t$ ;  $y_{it-1}$ , es esta variable rezagada un periodo,  $\delta_i$  el intercepto,  $X_{it}$  el vector de nueve variables explicativas señaladas en (1). El modelo incorpora una fuente de persistencia en el tiempo determinada por la correlación entre  $y_{it-1}$  y  $u_{it}$ ; por ende,  $y_{it-1}$  es endógeno y la estimación por MCO es inconsistente (Bond 2002). Asimismo, dada la heterogeneidad entre países, el modelo incorpora efectos individuales recogidos por  $\psi_i$ , por lo que en la estimación se sigue el Método Generalizado de Momentos (GMM) para Panel Dinámico propuesto por Arellano y Bond (1991), que usa las primeras diferencias para transformar (2) y eliminar los efectos individuales  $\psi_i$  (Juárez y Ángeles 2013). Formalmente:

$$\Delta y_{it} = \vartheta \Delta y_{it-1} + \sum_{i=1}^n \theta_i \Delta X_{it} + \Delta u_{it} \quad (4)$$

Si bien los rezagados de  $y_{it}$  se correlacionan entre ellos, no están correlacionados con el término de error en la primera diferencia ( $E(y_{it-s}, \Delta u_{it}) = 0$ ) y en consecuencia, se pueden emplear como instrumentos de estimación de  $y$ . Sin embargo, Blundell y Bond (1999) afirman que el estimador GMM de primera diferencia tiene sesgo de muestra finita y poca precisión, particularmente cuando el parámetro autorregresivo es cercano a la unidad (Cizek y Aquaro 2018), debido al supuesto de estacionariedad (Hahn 1999). Para aumentar la eficiencia de la estimación, se puede emplear el método sys-GMM desarrollado por Arellano y Bover (1995) y Blundell y Bond (1998), que combina regresiones en diferencias con regresiones en niveles empleando variables instrumentales (valores rezagados de la variable dependiente) para considerar el problema de endogeneidad (Bound et al. 2001). Los coeficientes son robustos en presencia de patrones de heteroscedasticidad y autocorrelación entre países.

Las estimaciones de GMM parten de la idea que las perturbaciones  $u_{it}$  no se correlacionan serialmente. Esto es, habría evidencia de correlación serial de primer orden en los residuos diferenciados  $u_{it} - u_{it-1}$ , pero ausencia de correlación de segundo orden en éstos (Doornik et al. 2006). Este supuesto se prueba mediante un test de autocorrelación de primer y segundo orden (AR1 y AR2) en los términos de error.

El estudio se realiza para un conjunto de 15 países de AL y 12 del ESA para los que se dispone información completa, considerando el periodo

1996-2017 para un total de 22 años (cuadro 1). Estos países son, además, económicamente representativos en cada región de análisis. La muestra es de panel balanceado. El ingreso per cápita,  $y$ , se aproxima por el PIB per cápita,  $pibpc$ , generado a partir de datos del *Penn World Table* versión 9.0 (PWT9.0). La tecnología,  $A_0$ , se representa por la inversión en investigación y desarrollo en la  $i$ -ésima economía, entendida como los gastos destinados a aumentar el stock de conocimientos en áreas básicas, aplicada y desarrollo experimental ( $i+d$ ). Los datos se toman del *World Development Indicators* (WDI) y se complementa con la información de oficinas locales para los casos faltantes.<sup>2</sup>

Cuadro 1. Países de América Latina y Asia (Este y Sudeste)

	País	Código		País	Código		País	Código
1	Argentina	arg	10	Guatemala	gua	19	Singapur	sin
2	Belice	bel	11	Honduras	hon	20	Tailandia	tai
3	Bolivia	bol	12	México	mex	21	Brunei	bru
4	Brasil	bra	13	Nicaragua	nic	22	Vietnam	vie
5	Chile	chil	14	Panamá	pan	23	Laos	lao
6	Colombia	col	15	Paraguay	par	24	Birmania	bir
7	Costa Rica	cr	16	Indonesia	ind	25	Camboya	cam
8	Ecuador	ecu	17	Malasia	mal	26	China	chin
9	El Salvador	elsal	18	Filipinas	fil	27	Corea	cor

Fuente: elaboración propia.

Para representar la acumulación de capital humano,  $s_h$ , se emplean dos proxies. Primero, la tasa de alfabetización,  $b-talfa$ , entendida como el porcentaje de personas de 15 años y más que saben leer y escribir un mensaje corto. Los datos se obtienen del WDI. Alternativamente, se considera el índice de capital humano,  $ich$ , basado en los años promedio de escolaridad y tasas de rendimiento de la educación propuesto por el PWT9.0.<sup>3</sup> La segunda forma es la transferencia de conocimiento efectiva que es función de la capacidad de absorción de un país,  $b-ca$ , se sigue la propuesta de Narula (2004), vinculada con el número de líneas de celulares (suscripciones por cada 100 personas) y de usuarios de Internet

2 Alternativamente se emplean datos de aplicación de patentes por residentes en la economía-i para aproximar la tecnología. No obstante, los resultados son no significativos estadísticamente.

3 El índice se estima empleando datos de Barro y Lee (2013) para los años promedio de escolaridad y de Psacharopoulos (1994), que sigue una ecuación Minceriana, para los rendimientos de ésta. La información está disponible finaliza en el año 2014, por lo que las estimaciones basadas en el  $ich$  corresponden al periodo 1996-2014.

(porcentaje de la población que usan internet), normalizadas entre cero y uno.<sup>4</sup> Los datos se obtienen del WDI.

Para aproximar la inversión en el stock de capital físico,  $sk$ , se emplea la formación bruta de capital como porcentaje del PIB,  $fbk/pib$ . La formación bruta de capital consiste en los desembolsos destinados al aumento de activos fijos de la economía más los cambios netos en el nivel de inventarios. Los datos se toman del WDI. De manera alternativa, se emplean los datos del stock de capital ( $scpw$ ) calculado por el PWT9.0.<sup>5</sup>

El indicador de la tasa de acumulación de capital físico importado directamente ( $ex$ ),  $mmn/pib$ , y se construye al dividir las importaciones manufactureras por el PIB agregado.<sup>6</sup> Las importaciones manufactureras incluye como bienes de capital importados los códigos 71 a 96 del Sistema Armonizado (basado en datos de aduanas) a dos dígitos. Los datos se obtienen de la *UN Comtrade Data Base* de la ONU. El ahorro extranjero destinado a la inversión en stock tecnológico genera la acumulación de stock tecnológico en economías industrializadas,  $s_m$ , difundándose a países menos avanzados a través de EMN. Esto se representa por el conocimiento parcialmente excluible de las EMN con presencia en la economía anfitriona.

4 Si bien parte de la literatura (por ejemplo, Hu y Png 2013; Harvey y Wild 2007; Crosby 2000) emplea distintos indicadores asociados con Patentes como proxies de los spillovers del conocimiento, permitiendo “rastrear” los flujos de conocimiento entre países, la información está únicamente disponible para 15 países analizados para todo el periodo de análisis, limitando su uso en este documento.

5 El stock de capital se estima en función de las inversiones acumuladas y de la depreciación de acuerdo con el método del inventario permanente. Para ello, se considera la relación capital/producto como el stock de capital inicial. La información reportada incluye cuatro activos: infraestructura (residencial y no residencial), maquinaria (computadoras, equipos de comunicación y otras máquinas), equipos de transporte y otros activos (software, otros productos de propiedad intelectual, entre otros) (Feenstra et al. 2015). La información está disponible finaliza en el año 2014, por lo que las estimaciones basadas en este indicador corresponden al periodo 1996-2014.

6 La OCDE considera como bienes de capital aquellos productos o partes de ellos clasificados en los códigos: 01 Animales vivos; 71 Piedras y metales preciosos y sus manufacturas; 73 Productos de acero y hierro; 76 Aluminio y sus manufacturas; 82 Herramientas, implementos y cubiertos a base de metal y sus partes; 83 Productos varios de metal; 84 Reactores nucleares, calderas, maquinaria y aparatos mecánicos y sus partes; 85 Maquinaria y equipo eléctrico y sus partes, equipo de sonido y video y sus accesorios; 86 Ferrocarriles, tranvías, material rodante y sus partes, equipo y accesorios; 87 Vehículos y sus partes y accesorios; 88 Aeronaves, naves espaciales y sus partes, 89 Buques, barcos y estructuras flotantes; 90 Instrumentos y aparatos ópticos, fotográficos, cinematográficos, de medición, comprobación, médicos o quirúrgicos, y sus partes y accesorios; 91 Relojes y sus partes y accesorios; 93 Armas y municiones y sus partes y accesorios; 94 Muebles, camas, colchones, soportes, lámparas y accesorios de iluminación, edificios prefabricados y similares; 95 Juguetes, juegos y accesorios deportivos y sus partes y accesorios; 96 Productos manufacturados varios.

Para ello, se calcula el stock tecnológico extranjero “disponible” domésticamente vía EMN,  $sctedem_i$ , al ponderar el stock tecnológico extranjero por la participación del  $i$ -ésimo país en el comercio total del país extranjero,<sup>7</sup> y se divide por la participación de la IED desde esas economías en el consumo doméstico, entendido como el gasto de consumo final de los hogares a valor de mercado.<sup>8</sup> Los datos de la inversión en I+D de las economías extranjeras se obtienen del WDI y de las oficinas nacionales para los casos faltantes. Las series de IED se obtienen de la UNCTAD y el consumo doméstico del WDI.<sup>9</sup>

Los términos anteriores se expresan por la paridad del poder de compra y en logaritmos. Asimismo, el signo esperado de los coeficientes es positivo. Finalmente, los datos del crecimiento de la población se obtienen del WDI. Las tasas de depreciación y de crecimiento de la tecnología son aproximadamente del cinco por ciento ( $g+\delta=5\%$ ) (Mankiw et al. 1992) que se adhieren a  $n$ , para obtener la variable poblacional  $(n+g+\delta)$ . El signo esperado es negativo.

## RESULTADOS

Dada las tres opciones de especificación, agrupado, efectos fijos y aleatorios, se emplea la prueba de Hausman, que señala como el modelo a seguir al de efectos fijos. El poder explicativo de los modelos es aceptable, lo que implica que otros aspectos no incluidos en la especificación tienen efecto secundario en el nivel de ingreso de los países analizados. El cuadro 2 resume los resultados de las estimaciones GMM en las versiones primeras diferencias y en sistemas, MCO y panel estático con efectos fijos. Se muestran los parámetros estimados, los errores estándar (robustos en presencia de heteroscedasticidad) y los test de diagnóstico.

7 El stock tecnológico se calcula mediante el método del inventario permanente empleando los gastos en I+D; esto es:  $sct_i = (1-\delta)sct_{i,t-1} + I_{i,t}$ , con  $\delta$  que es la tasa de depreciación,  $I_{i,t}$  la inversión en I+D del periodo anterior y  $sct_{i,t-1}$ , el stock tecnológico en  $t-1$ , igual  $[(1-\delta)sct_0 + I]/[(1+n)]$ , donde  $i$  es la razón inversión de I+D al PIB,  $n$  la tasa de crecimiento de esa inversión y  $sct_0$  el stock tecnológico inicial.

8 Formalmente:  $sctedem_i = \sum_j sct_j (C_{ij}/C_j) / (\sum_j IED_{ij}/CD_i)$ , donde  $sct$  es el stock tecnológico en el país extranjero  $j$ ;  $C_{ij}$  es el comercio total entre el país doméstico  $i$  y el país  $j$ ;  $C_j$  es el comercio internacional total de  $j$ ;  $IED_{ij}$  es la inversión extranjera directa desde  $j$  hacia  $i$ ; y,  $CD_i$  el consumo doméstico de  $i$ .

9 Los países considerados para crear el stock tecnológico extranjero son: Estados Unidos, Alemania, Francia, Reino Unido, España, Italia, Holanda, Bélgica, Canadá, Portugal, Grecia, Suiza, Suecia, Noruega, Finlandia, Dinamarca, Australia, Nueva Zelanda y Japón, que muestran el mayor grado de integración comercial con los países estudiados.

Cuadro 2. Efectos sobre el ingreso per cápita (pibpc)

Variables	Panel Estático				Panel Dinámico			
	MCO		EF		dif-GMM		sys-GMM	
<i>pibpct-1</i>	-		-		0.6931*	(0.044)	1.0054*	(0.037)
<i>i+d</i>	0.326*	(0.024)	0.482*	(0.015)	1.207*	(0.038)	2.2393*	(0.021)
<i>b-alfa</i>	0.0012	(0.571)	0.0038	(0.061)	0.0492**	(0.048)	0.1051*	(0.043)
<i>lob</i>	0.0058**	(0.038)	0.0127**	(0.044)	0.0658**	(0.037)	0.1326*	(0.025)
<i>b-ca</i>	0.713	(0.509)	0.583*	(0.033)	0.8236*	(0.028)	1.1744*	(0.029)
<i>lble/pib</i>	1.106*	(0.018)	2.874*	(0.036)	2.8019*	(0.025)	2.7062*	(0.022)
<i>scpnt</i>	1.248*	(0.026)	2.271*	(0.033)	1.958*	(0.017)	2.042*	(0.044)
<i>mmn/pib</i>	0.0974	(0.638)	0.2378***	(0.046)	0.1876*	(0.023)	0.1684*	(0.026)
<i>scedonn</i>	0.0939	(0.525)	0.3244**	(0.039)	0.8791**	(0.018)	1.006*	(0.033)
<i>n+g+δ</i>	-0.0184*	(0.022)	-0.0205*	(0.025)	-0.0191*	(0.034)	-0.0159*	(0.028)
<i>dal</i>	-		-		-0.0326***	(0.024)	-0.8054*	(0.041)
N	594		594		592		592	
R <sup>2</sup>	0.8163		0.7528		-		-	
Test de Hausman	0.0386		0.0386		-		-	
Test AR(1)	-		-		-2.173*	(0.005)	-1.894*	(0.000)
Test AR(2)	-		-		-1.768	(0.201)	-1.255	(0.087)
Test de Sargan	-		-		48.4	(0.538)	195.6	(0.147)
Test de Wald	147.2*	(0.000)	339.4*	(0.000)	956.4*	(0.000)	405.3*	(0.000)

El test BP LM indica una  $\text{prob} > \chi^2 = 0.4306$ , sugiriendo que se prefiere el modelo de efectos aleatorios sobre el MCO. Errores estándar entre paréntesis. \*, \*\* y \*\*\* niveles de significancia al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la variable tecnológica (*i+d*) todas las estimaciones señalan que es positiva y significativa, lo que sugiere que a pesar que, en general, este tipo de países tienen limitadas capacidades y recursos en el sector de desarrollo de tecnología, estas inversiones tienden a impulsar el ingreso per cápita. No obstante, observan rendimientos decrecientes a escala sobre el ingreso per cápita, esto es, un aumento en los gastos tecnológicos conduce a un aumento menos que proporcional en la variable dependiente. En cualquier caso, en el mundo real los rendimientos de las actividades de I+D muestran un comportamiento no constante.

El coeficiente estimado de la variable acumulación de capital humano, *b-alfa*, es positivo en todos los casos, pero solo significativo para la metodología sys-GMM. Si se considera a la educación, y particularmente al alfabetismo como un indicador de desarrollo económico (Rehman et al. 2015), los bajos coeficientes estimados llevarían una ralentización del

progreso social. En cualquier caso, el signo positivo indica que existen rendimientos de la inversión en capital humano en este concepto, que se reflejan en el ingreso per cápita, probablemente a través de mayores salarios como señalan Hanushek y Woessmann (2007); aún más, proveer de estas capacidades mínimas a las personas para funciona eficientemente en sociedad, significa mayores oportunidades para salir del círculo de pobreza (Lal 2015).

La variable alternativa de capital humano, *ich*, es estadísticamente significativa y positiva en todas las estimaciones. Se comprueba así el efecto directo de las habilidades cognitivas en el ingreso percibido, en línea con lo argumentado por Green y Ridell (2015). Más años promedio de escolaridad y los de rendimiento asociados a esta escolaridad se relacionan positivamente con el PIB per cápita en estos países; implican que las habilidades y conocimiento educativos adquiridos son recompensadas en el mercado laboral, por la mayor productividad implícita, si bien deben complementarse con instituciones educativas de calidad (Hanushek y Woessmann 2008). Así, los años en la escuela genera rendimientos que parecen ser una buena inversión pública y privada (Gizienea y Simanaviciene 2015).

La capacidad de absorción de un país (*b-ca*) que se relaciona con la transferencia efectiva de conocimiento, es positiva y significativa, excepto para la estimación MCO, en línea con los resultados reportados por Amavilah (2006). Para Ganesan y Kelsey (2006) el efecto positivo se explica porque las industrias receptoras de tecnología, tienen una adecuada capacidad de absorción del nuevo conocimiento a través del uso de tecnologías TICs. Así, las estimaciones son similares a las de Haftu (2019), quien indican que la penetración de teléfonos celulares contribuye significativamente en el ingreso per cápita. Por ende, la capacidad de absorción es un mecanismo crítico para la reducción de la pobreza a incrementar el ingreso per cápita de la población.

La inversión en el stock de capital físico,  $s_k$ , aproximada por el cociente entre la formación bruta de capital y el PIB,  $fbk/pib$ , y alternativamente por el stock de capital ( $s_{pwt}$ ) del PWT9.0, muestra un coeficiente significativo y positivo en todas las estimaciones. Por tanto, el ahorro canalizado por el mercado a las inversiones productivas tiende a generar riqueza en este grupo de países. En términos de Barker y Üngör (2018) este efecto puede asociarse con la mayor productividad laboral y con la estructura por edad de la población trabajadora (personas en edad de trabajar). En este sentido, el atractivo para la formación bruta de capital, que implica al aumento de activos fijos disponibles en la economía, es la abundancia relativa

de mano de obra y su eficiencia.

Además, los resultados muestran que el proceso de acumulación de capital tiende a registrar rendimientos crecientes, es decir, unidades adicionales de capital físico generan mayor ingreso per cápita que unidades anteriores, representando un fuerte mecanismo de combate de la pobreza. Un argumento similar propone (Zhu 2012). Asimismo, el hecho que sea el mayor coeficiente para todas las especificaciones, sugiere que aún hay margen para la inversión en estas economías, lo que está ligado a las condiciones de mercado que ofrecen tasas de retorno atractivas para estos capitales (Markusen 2013) o a los relativamente insuficientes niveles de inversión en bienes de capital.

No obstante, el vínculo de esta variable con el ingreso per cápita también sugiere que en época de crisis puedan presentarse efectos dañinos para la riqueza de estos países, lo que puede ser un factor para estancar a la economía tipo en un nivel medio de ingresos en el largo plazo, lo que aporta evidencia respecto a la trampa de ingreso medio (Eichengreen et al. 2014).

La tasa de acumulación de capital físico importado como proporción de PIB,  $mman/pib$ , refleja coeficientes positivos y estadísticamente significativos en todos los modelos, salvo para MCO. Estos resultados permiten argumentar sobre la importancia de la tecnología importada como fuente generadora de riqueza en este grupo de países, en línea con estudios como Arawomo (2014). Estas importaciones dotan a las economías domésticas con tecnología y conocimientos que favorecen el ingreso per cápita (Veeramani 2009), contribuyen a reducir la diferencia de productividades respecto a economías con mayores dotaciones de bienes de capital (Eaton y Kortum 2001). De esto se infiere que las economías han asimilado, en algún grado, los efectos de esa tecnología extranjera.

No obstante, la magnitud de los coeficientes indica un efecto con rendimientos decrecientes en la reducción de la pobreza, por lo que para mantener este efecto positivo se requiere incrementar la proporción de las importaciones de bienes de capital en comparación con el stock de capital doméstico (Lee 1995).

La acumulación de stock tecnológico en economías industrializadas,  $sw$ , que se difunde a países menos avanzados a través de EMN muestra un coeficiente positivo y significativo. Por tanto, la apertura comercial que promueva la atracción de capitales influye en el ingreso per cápita. En concreto, tiende a promover el uso de tecnología extranjera en procesos productivos dentro de la economía doméstica, si bien las EMN mantienen la propiedad y explotación directa de dichas tecnologías.

Parece que estos países basan parte de sus capacidades tecnológicas y de innovación en la IED materializada por EMN, principalmente a través de *spillovers* y no por transferencias directas desde corporaciones multinacionales. Esto puede asociarse a que el grueso de la IED se ha orientado a industrias intensivas en trabajo con relativa baja intensidad tecnológica. De cualquier forma, se infieren efectos competencia y “*learning by watching*” en las empresas domésticas (Zhao y Zhang 2007). En otras palabras, la introducción de innovaciones en productos o procesos desarrollados en conjunto entre EMN y empresas locales es limitada (Mustapha y Mendi 2015). Una posible causa es que, en promedio, no alcancen un umbral mínimo de capital humano que les permita beneficiarse de tales transferencias y participar sistemáticamente en los procesos de investigación y desarrollo de las EMN (Xu 2000).

De nuevo, el efecto de la transferencia tecnológica en el ingreso per cápita estaría determinada por la capacidad de absorción de las economías domésticas para internalizar y actualizar sus conocimientos. Asimismo, el beneficio neto, de acuerdo con Narula y Pineli (2017), depende de la calidad de la IED, lo que es función de las motivaciones, mandatos y autonomía de las EMN que, a su vez, determina el potencial de vinculación local.

Considerando exclusivamente el resultado por sys-GMM, se infiere que este efecto positivo implica rendimientos crecientes de la transferencia de tecnología vía EMN que se traducen en ingresos per cápita mayores, argumentando sobre la calidad de la IED en los procesos productivos de las EMN que sugeriría una vinculación con empresas domésticas.

En cualquier caso, la ventaja exclusiva que poseen las EMN en su mercado de origen (conocimientos, recursos, tecnología específica, etc.) que emplean en algún grado en sus filiales que operan en las economías domésticas tiende a mejorar el ingreso de los países estudiados. Si bien el coeficiente estimado es relativamente bajo, debe recordarse que ese stock tecnológico no se construye con la idea de beneficiar a las economías extranjeras y, no obstante, en última instancia terminando promoviendo el ingreso en ambas regiones.

El coeficiente asociado con la población ( $n+g+d$ ) es negativo y significativo en todos los casos, lo que está en línea con el modelo de crecimiento neoclásico. Así, puede argumentarse que una mayor población reduce el nivel de estado estacionario del ingreso per cápita al afectar negativamente el ratio capital-trabajo. La incorporación de mano de obra a la actividad productiva genera un aumento menos que proporcional en la producción que se traduce en un ingreso per cápita menor.

Para recoger las heterogeneidades entre países se construyó una variable dicotómica, *dal*, con valor de 1 si el país pertenece a la región latinoamericana y 0 en cualquier otro caso, incluida como categoría de referencia. Esta variable es estadísticamente significativa y de signo negativo para las estimaciones GMM, por lo que se aceptan existen diferencias entre los países dada la región económica a la que pertenecen. Así, se observa que el nivel de ingreso per cápita inicial o autónomo en los países de América Latina es menor en comparación con el de los países asiáticos. Esto refleja la realidad económica donde el PIB per cápita de los segundos es 1.95 veces el de los primeros. Al respecto, Elson (2006) señala que las diferencias se explican básicamente por problemas en Latinoamérica asociados con inestabilidad macroeconómica, debilidad en el proceso de integración global y la pobre calidad de las instituciones públicas.

Finalmente, para las estimaciones en diferencias y en sistema del GMM se tiene un signo positivo del PIB per cápita inicial que es estadísticamente significativo. Esto significa que los niveles del año anterior del ingreso per cápita influyen positivamente en el desarrollo económico actual. Además, de acuerdo con la literatura del tema, esto podría significar un proceso de divergencia entre los dos grupos de economías.

En general, la estimación sys-GMM mejora la precisión y reduce el sesgo de muestra finita. La cercanía, en algunos casos, del coeficiente dif-GMM con el EF indica que el primero tiende a estar sesgado hacia abajo, lo que puede deberse al empleo de instrumento débiles. Por ende, se prefieren los resultados arrojados por el sys-GMM. El estimador sys-GMM combina el conjunto de variables explicativas en primeras diferencias y en niveles con rezagos óptimos como instrumentos que permite tratar el problema de endogeneidad. La validez de los instrumentos adicionales se prueba mediante el test de Sargan de restricciones de sobreidentificación. La prueba tiene como hipótesis nula la validez de los instrumentos (Arellano y Bond 1991) y se distribuye asintóticamente como una Chi-cuadrada. En el cuadro 2 se observa que el test no puede rechazar los instrumentos en ninguna de las estimaciones GMM, puesto que no es estadísticamente significativo al 10 por ciento. el alto p-value sugiere que no se rechaza la hipótesis nula que el conjunto de instrumentos es apropiado, lo que sugiere no existe problemas con la validez de las variables instrumentales. Asimismo, el test de Wald prueba la significancia conjunta de todos los regresores. Los resultados indican que todas las variables independientes (excepto dummies) son estadísticamente significativas al 1 por ciento en las cuatro estimaciones.

El modelo GMM en diferencias y en sistemas, establece como supuesto

que los errores no se correlacionan en serie (existe correlación serial de orden uno, pero no de orden dos en los residuos diferenciados), lo que determina la consistencia del estimador GMM. Para el diagnóstico, se aplican los test de correlación serial de primer y segundo orden en los residuos, reportados como los valores asintóticamente distribuidos normal estándar. Así, se tiene que la prueba AR(1) rechaza la hipótesis nula dado el *p-value* al 1 por ciento de significancia. Considerando los *p-values*, se observa que la prueba AR(2) no puede rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación. Así, no se encuentra presencia estadística de correlación serial de segundo orden. Por ende, ambas pruebas soportan, como se esperaba, la validez de los estimadores dif-GMM y sys-GMM. Considerando los resultados de las pruebas de Wald, Sagan y de AR(1) y AR(2), se concluye que el estimador GMM es apropiado.

## REFLEXIONES FINALES

En el documento se derivó un modelo ampliado de crecimiento neoclásico que incorpora factores como capital físico, doméstico e importado, capital humano y tecnología nacional y extranjera, esta última empleada por empresas multinacionales en el mercado doméstico de un grupo de 15 países de América Latina y 12 del Este y Sudeste Asiático. Esta es una manera alternativa para determinar la importancia del comercio internacional a partir de funciones neoclásicas del ingreso. El estudio se realizó para el periodo 1996-2017 con una metodología de datos de panel estático, MCO y efectos fijos, y dinámico, GMM en diferencias y en sistema.

En términos generales, la metodología robusta sys-GMM permitió estimar un efecto positivo y estadísticamente significativo de todas las variables explicativas. Así, estos factores tienen la capacidad de incidir positivamente en el ingreso per cápita al aumentar la capacidad de producción, la especialización, la disponibilidad de bienes capital de frontera y la tecnología de distintas fuentes.

En particular, se aprecia un fuerte efecto del capital físico, la tecnología doméstica y el stock tecnológico extranjero empleado por las EMN sobre el ingreso per cápita, asociado a rendimientos crecientes a escala. No obstante, el capital humano, la tecnología importada y el nivel inicial de desarrollo económico también juegan un papel determinante en este ingreso. Además, cuando se consideran las diferencias estructurales entre países, se observa una brecha de los países asiáticos sobre los latinoamericanos en el ingreso per cápita, lo que refleja las diferencias

socioeconómicas de la vida real entre éstos.

Respecto al stock tecnológico del exterior, parece que, en promedio, la tecnología de las multinacionales que operan en estos países impulsa el PIB per cápita, comprobándose la hipótesis planteada. Al respecto, Bengoa y Sánchez (2003) señalan que la presencia de inversiones extranjeras en las economías domésticas está correlacionada con el ingreso per cápita. De cualquier forma, esto comprueba el argumento que entre mayor sea la apertura al extranjero mayor el efecto sobre el desarrollo económico.

Aún más, al sumar los distintos componentes tecnológicos en el modelo, se tiene una fuerte contribución sobre el ingreso per cápita, representando un mecanismo pro-desarrollo. En consecuencia, los resultados sugieren que, para fomentar el ingreso en estos países, es necesario asignar más recursos, públicos y privados, para actividades de I+D. Aunado a esto, para acelerar el desempeño económico, se debe propiciar la atracción de EMN con inversiones de calidad, esto es, que efectivamente generen desarrollos tecnológicos de manera vinculada con empresas domésticas, para ir más allá de efectos “*learning by watching*” y alcanzar efectos “*learning by doing*”, “*learning by exporting*” y “*learning by interacting*”.

Esto, sin embargo, no es automático, requiere, por un lado, que las economías dispongan de amplia capacidad de absorción e implementación de tecnologías avanzadas y, por el otro, exige mejoras en la gobernanza de las filiales extranjeras. Como complemento, los países pueden importar bienes de capital que no son capaces de producir domésticamente o a costos elevados, lo que se traduciría en beneficios en términos de productividad y competitividad de las industrias, contribuyendo al ingreso per cápita por esta vía.

En conjunto, los factores tecnológicos, su adopción, intensidad de uso, e implementación, son una alternativa para cerrar la brecha entre estos países y con las economías más avanzadas, dado que los rendimientos crecientes de la tecnología favorecerían la acumulación de otros recursos, como el capital.

En cualquier caso, los hacedores de política deben establecer condiciones apropiadas para mejorar la capacidad de absorción de las economías domésticas para internalizar y actualizar los conocimientos y tecnología desde el extranjero, generalmente más avanzada. En consecuencia, es posible invertir en la formación de capital humano y en el acceso y uso de tecnologías de la información, particularmente aumentando los años promedio de escolaridad y la provisión de calidad de tecnologías digitales. Es, además, impostergable el establecimiento de políticas estatales de promoción a la manufactura avanzada vinculada a la Industrias 4.0 y 5.0.

En concreto, es vital establecer políticas orientadas a mejorar la calidad de la educación que, a su vez, hagan posible que los estudiantes finalicen los niveles básicos de educación y puedan moverse con mejores herramientas hacia niveles superiores de educación, favoreciendo también los retornos de la inversión y, en consecuencia, el ingreso per cápita. Al respecto, Paus (2017) señala que la inversión en educación es apremiante para el desarrollo de la región dado que mejorar la base de capital humano es una estrategia que implica tiempo. La inversión en educación contribuiría a que estas economías alcancen masas críticas de recursos humanos altamente capacitados impulsando la capacidad de absorción doméstica. A su vez, esto puede convertirse en un impulso para la atracción de EMN con tecnología disruptiva.

Por último, para investigaciones futuras, es de valor explorar datos a nivel firma, considerar diferencias de ingreso o de acceso comercial preferencial, lo que permitiría verificar los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS

- Amavilah, V.(2006), *Intensity of Technology Use and Per Capita Real GDP Across Some African Countries*, MPRA 1675, Munich.
- Arawomo, D.(2014), “Nexus of Capital Goods Import and Economic Growth: Evidence from Panel ARDL Model for WAMZ,” *Journal of International and Global Economic Studies*, Vol. 7, No. 2, pp. 32-44.
- Arellano, M. y S. Bond(1991), “Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations,” *The Review of Economic Studies*, Vol. 58, No. 2, pp. 277-297.
- Arellano, M. y O. Bover(1995), “Another Look at the Instrumental-Variable Estimation of Error-Components Models,” *Journal of Econometrics*, Vol. 68, pp. 29-52.
- Baldwin, R. y T. Okubo(2014), “Networked FDI: Sales and Sourcing Patterns of Japanese Foreign Affiliates,” *The World Economy*, Vol. 37, No. 8, pp. 1051-1080.
- Baltagi, B. y P. Wu(1999), “Unequally Spaced Panel Data Regressions with AR(1) Disturbances,” *Econometric Theory*, Vol. 15, pp. 814-823.
- Barker, T. y M. Üngör(2018), *Vietnam: The Next Asian Tiger?*, University of Otago Economics Discussion Papers, No. 1803, Otago.
- Barro, R. y J. Lee(2013), “A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010,” *Journal of Development Economics*, Vol. 104, No. C, pp. 184-198.
- Bengoa, M. y B. Sánchez(2003), “Foreign Direct Investment, Economic Freedom and Growth: New Evidence from Latin America,” *European Journal of Political Economy*, Vol. 19, No. 5, pp. 529-545.
- Bhargava, A., L. Franzini y W. Narendranathan(1982), “Serial Correlation and the Fixed Effect Model,” *Review of Economic Studies*, Vol. 49, No. 4, pp. 533-549.
- Blundell, R. y S. Bond(1998), “Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models,” *Journal of Econometrics*, Vol. 87, pp. 115-143.
- \_\_\_\_\_(1999), *GMM Estimation with Persistent Panel Data: An Application to Production Functions*, The Institute for Fiscal Studies Working Paper Series, No. W99/4, Londres.
- Bound, J., C. Brown y N. Mathiowetz(2001), “Measurement Error in Survey Data,” en J. Heckman y E. Leamer(eds.), *Handbook of Econometrics*, Amsterdam: North-Holland.
- Boyer, R.(2014), *Is More Equality Possible in Latin America? A Challenge in a World of Contrasted but Interdependent Inequality Regimes*, Freie Universität Berlin Working Paper, No. 67.
- Cizek, P. y M.Aquaro(2018), “Robust Estimation and Moment Selection in Dynamic Fixed-Effects Panel Data Models,” *Computational Statistics*, Vol. 33, No. 2, pp. 675-708.
- Crosby, M.(2000), “Patents, Innovation and Growth,” *Economic Record*, Vol. 76, No. 234, pp. 255-262.
- Dao, M.(2014), “Drivers of Economic Growth in Developing Countries,” *Journal*

- of Studies of Economics and Econometrics*, Vol. 38, No. 1, pp. 75-85.
- Dewan, E. y S. Hussein(2014), *Determinants of Economic Growth (Panel Data Approach)*, Reserve Bank of Fiji Working Paper, 01/04.
- Doornik, J., M. Arellano y S. Bond(2006), *Panel Data Estimation Using DPD for Ox*, Nuffield College Working Paper, Oxford.
- Dunning, J.(2000), “The Eclectic Paradigm as an Envelope for Economic and Business Theories of MNE Activity,” *International Business Review*, Vol. 9, pp. 163-190.
- Eaton, J. y S. Kortum(2001), “Trade in Capital Goods,” *European Economic Review*, Vol. 45, No. 7, pp. 1195-1235.
- Eichengreen, B., D. Park y K. Shin(2014), “Growth Slowdowns Redux,” *Japan and the World Economy*, Vol. 32, pp. 65-84.
- Elson, A.(2006), “The Economic Growth of East Asia and Latin America in Comparative Perspective. Lessons for Development Policy,” *World Economics*, Vol. 7, No. 2, pp. 97-114.
- Feenstra, R., R. Inklaar y M. Timmer(2015), “The Next Generation of the Penn World Table,” *American Economic Review*, Vol. 105, No. 10, pp. 3150-3182.
- Fuentes, R. y V. Mies(2012), *Productivity Differences in Developing and Developed Countries: Where Are the Bottlenecks?*, Documento de Trabajo, IE-UPC, No. 430.
- Ganesan. S. y J. Kelsey(2006), “Technology Transfer: International Collaboration in Sri Lanka,” *Construction Management and Economics*, Vol. 24, No. 7, pp. 743-775.
- Ghimire, S., K. Kapri y R. Rahman(2018), “Imitate or Innovate? FDI, Technology and Income Levels in Middle Income Countries,” *Journal of Development Innovations*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-13.
- Gizienea, V. y Z. Simanaviciene(2015), “The Impact of Human Capital on Labour Market: Lithuanian Case,” *Social and Behavioral Sciences*, Vol. 191, pp. 2437-2442.
- Green, D. y C. Riddell(2015), *Understanding Educational Impacts: The Role of Literacy and Numeracy Skills*, European Centre for the Development of Vocational Training, Pylea.
- Haftu, G.(2019), “Information Communications Technology and Economic Growth in Sub-Saharan Africa: A Panel Data Approach,” *Telecommunications Policy*, Vol. 43, No. 1, pp. 88-99.
- Hahn, J.(1999), “How Informative is the Initial Condition in the Dynamic Panel Model with Fixed Effect?,” *Journal of Econometrics*, Vol. 93, pp. 309-326.
- Hanushek, E. y L. Woessmann(2007), *Education Quality and Economic Growth*, Washington: Banco Mundial.
- \_\_\_\_\_(2008), “The Role of Cognitive Skills in Economic Development,” *Journal of Economic Literature*, Vol. 46, No. 3, pp. 607-668.
- Harvey, I. y J. Wild(2007), “Innovation, Patents and Economic Growth,” *International Journal of Innovation Management*, Vol. 11, No. 2, pp. 279-297.
- Herzer, D.(2010), How Does Foreign Direct Investment Really Affect Developing

- Countries' Growth?, *LAI Discussion Papers*, No. 207.
- Hu, A. y I. Png(2013), "Patent Rights and Economic Growth: Evidence from Cross-Country Panels of Manufacturing Industries," *Oxford Economic Papers*, Vol. 65, No. 3, pp. 675-698.
- Inklaar, R. y M. Timmer(2013), *Capital, Labor and TFP in PWT8.0*, Groningen Growth and Development Centre, Groningen.
- Juárez, C. y G. Ángeles(2013), "FDI in Mexico, Determinants and its Effect in Income Equality," *Contaduría y Administración*, Vol. 58, No. 4, pp. 201-222.
- Lal, S.(2015), "The Economic and Social Cost of Illiteracy: An Overview," *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*, Vol. 1, No. 5, pp. 663-670.
- Lee, J.(1995), "Capital Good Imports and Long-Run Growth," *Journal of Development Economics*, Vol. 48, No. 1, pp. 91-110.
- Mankiw, N., D. Romer y D. Weil(1992), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth," *The Quarterly Journal of Economics*, pp. 407-437.
- Markusen, J.(2013), "Putting Per-Capita Income Back into Trade Theory," *Journal of International Economics*, Vol. 90, No. 2, pp. 255-265.
- Mayer, J.(2000), *Globalization, Technology Transfer and Skill Accumulation in Low-Income Countries*, UNCTAD Working Papers, No. 150.
- (2001), *Technology Diffusion, Human Capital and Economic Growth in Developing Countries*, UNCTAD Working Papers, No. 154.
- Mingyong, L., P. Shijun y Q. Bao(2006), "Technology Spillovers, Absorptive Capacity and Economic Growth," *China Economic Review*, Vol. 17, No. 3, pp. 300-320.
- Mustapha, N. y P. Mendi(2015), "Multinational Corporations as Channels for International Technology Transfer: Evidence from the South African Innovation Survey," *South African Journal of Economic and Management Sciences*, Vol. 18, No. 1, pp. 128-142.
- Narula, R.(2004), *Understanding Absorptive Capacities in an "Innovation Systems" Context: Consequences for Economic and Employment Growth*, Danish Research Unit for Industrial Dynamics Working Paper, No. 04-02.
- Narula, R. y A. Pineli(2017), "Multinational Enterprises and Economic Development in Host Countries: What We Know and What We Don't Know," en G. Gianluigi(ed.), *Development Finance. Challenges and Opportunities*, Londres: Palgrave.
- OCDE(2017), *OECD Bilateral Trade Database by Industry and End-Use Category*, París: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico.
- Paus, E.(2017), *Escaping the Middle-Income Trap: Innovative or Perish*, Asian Development Bank Institute Working Paper Series, No. 685, Manila.
- Psacharopoulos, G.(1994), "Returns to Investment in Education: A Global Update," *World Development*, Vol. 22, No. 9, pp. 1325-1343.
- Radosevic, S. y E. Yoruj(2018), "Technology Upgrading of Middle-Income Economies: A New Approach and Results," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 129, pp. 76-75.

- Rahman, M., R. Rana y S. Barua(2019), “The Drivers of Economic Growth in South Asia: Evidence from a Dynamic System GMM Approach,” *Journal of Economic Studies*, Vol. 46, No. 3, pp. 564-577.
- Redding, S.(1999), “Dynamic Comparative Advantage and the Welfare Effects of Trade,” *Oxford Economic Papers*, Vol. 51, pp. 15-39.
- Rehman, A., L. Jingdong y I. Hussain(2015), “The Province Wise Literacy Rate in Pakistan and Its Impact on the Economy,” *Pacific Science Review B: Humanities and Social Sciences*, Vol. 1, pp. 140-144.
- Rivera, L. y P. Romer(1991), “International Trade with Endogenous Technological Change,” *European Economic Review*, Vol. 35, pp. 971-1004.
- Romer, P.(1990), “Endogenous Technological Change,” *Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 2, pp. 71-102.
- Sultanuzzaman, R., et al.(2019), “Effects of Export and Technology on Economic Growth: Selected Emerging Asian Economies,” *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, Vol. 32, No. 1, pp. 2515-2531.
- Veeramani, C.(2009), *Impact of Imported Intermediate and Capital Goods on Economic Growth: A Cross Country Analysis*, Indira Gandhi Institute of Development Research Working Papers, No. 2139, Mumbai.
- Wooldridge, J.(2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge: The MIT Press.
- Xu, B.(2000), “Multinational Enterprises, Technology Diffusion, and Host Country Productivity Growth,” *Journal of Development Economics*, Vol. 62, pp. 477-493.
- Zhao, Z. y K. Zhang(2007), “Multinational Corporations and Technology Transfers in Developing Countries,” *International Economics*, Vol. 60, No. 2, pp. 249-264.
- Zhu, X.(2012), “Understanding China’s Growth: Past, Present, and Future,” *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 26, No. 4, pp. 103-124.

Article Received: 2019. 11. 27.  
 Revised: 2020. 02. 05.  
 Accepted: 2020. 02. 13.