

Comercio internacional, IED, capital humano e ingreso *per cápita* en América Latina y el Caribe

Omar Neme Castillo*
Ana Lilia Valderrama Santibáñez**
Humberto Ríos Bolívar***

Fecha de recepción: 02/IV/2012

Fecha de aceptación: 14/XI/2012

Resumen

Este trabajo analiza la relación entre comercio internacional y nivel de ingreso *per cápita*, en veintiún países de América Latina y el Caribe, en 1977-2011. Se desarrolla un modelo de crecimiento endógeno neoclásico, incorporando capital humano y comercio internacional que incluye el capital tecnológico extranjero. La estimación econométrica es mediante cointegración de panel. Se observa que la tecnología extranjera exclusiva de las empresas extranjeras en los países latinoamericanos impulsa limitadamente el ingreso *per cápita*. Mientras que las importaciones de bienes de capital y la tasa de alfabetización lo contraen. Se estima una relación positiva entre *stock* de capital físico y el ingreso.

Clasificación JEL: F11, F43, O33.

Palabras Clave: Ingreso *per cápita*, comercio internacional, *stock* tecnológico extranjero “disponible”, capital físico y capital humano.

Abstract

This paper discusses the relationship between international trade and *per capita* income in 21 countries of Latin American and the Caribbean in the period 1977-2011. A model of neoclassical endogenous growth is developed to incorporate factors such as human capital and foreign trade which includes foreign technological capital stock. Econometric estimation

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Economía, Instituto Politécnico Nacional. Dirección: Plan de Agua Prieta 66 Col. Plutarco Elías Calles, Unidad profesional "Gral. Lázaro Cárdenas". México, D.F.

* SEPI-ESE, Instituto Politécnico Nacional. Correo electrónico: oneme@ipn.mx

** SEPI-ESE, Instituto Politécnico Nacional. Correo electrónico: avalderrama@ipn.mx

*** SEPI-ESE, Instituto Politécnico Nacional. Correo electrónico: hrios@ipn.mx

employs a panel cointegration methodology. It is observed that foreign technology of exclusive use of foreign firms in Latin American countries narrowly drives *per capita* income. While imports of capital goods and the literacy rate contract it. It is estimated a positive relation between physical capital and income.

JEL Classification: F11, F43, O33.

Keywords: *Per capita* income, international trade, “available” foreign technological stock, physical capital and human capital.

Introducción

El comercio internacional y la inversión extranjera directa (IED) han crecido notablemente a nivel mundial, en los últimos 35 años, pasando de 5,260 miles de millones de dólares (mmd) en 1977 a 27,140 mmd en 2011, el comercio internacional; y de 25.3 mmd a 2,046 mmd, la IED. Las economías más favorecidas tienden a ser las de mayor ingreso *per cápita*. Por ejemplo, en la Unión Europea, Estados Unidos y Japón (UEEUJ), con un PIB *per cápita* promedio de 21,350 dólares, se concentra el 64% del comercio mundial, más del 80% de los flujos de entrada de IED. Asimismo, este grupo de países son los que más invierten en capital humano. El gasto público en educación como porcentaje del PIB en todo el periodo fue de 5.3%.

No obstante, las economías de América Latina y el Caribe (ALyC) se han convertido en una zona con relativa participación en el comercio internacional. Esta región, con un PIB *per cápita* promedio de 2,558 dólares, participa con el 4.1% del intercambio mundial. Mientras que, la misma región, se ha convertido en la tercera zona con respecto a los flujos de entrada de IED con cerca del 9% del total. Respecto a la formación de capital humano, los datos no son tan alentadores al invertir apenas 3.3% del PIB en el 2010.

A pesar de ello, ALyC no parece beneficiarse en forma considerable de los intercambios comerciales, de los flujos comerciales ni de la inversión en educación; en contraste con lo que señala la teoría económica, respecto de la relación entre el crecimiento del PIB por persona y estas variables. Así, no hay un claro efecto de tales variables en el nivel de vida en la región. Actualmente, El PIB *per cápita* de ALyC es apenas 2.5 veces mayor al ingreso registrado en el periodo de la posguerra (tasa de crecimiento promedio anual de 1.6%). En contraste, para UEEUJ la tasa de crecimiento promedio fue de 2.6%, siendo el PIB *per cápita* 4.5 veces mayor que en 1950.

No obstante, para ALyC, todas las variables consideradas muestran una tendencia creciente. El comercio total de la zona creció 340% en el periodo 1977-2011; la IED de entrada creció en 11.4% de su promedio anual y, los gastos en educación, en 135%. Así, este documento busca determinar el efecto de estas tres variables en el ingreso *per cápita* de la región.

Al respecto existen investigaciones que evidencian la relación positiva entre estas variables y el ingreso *per cápita*. Para el caso de ALyC, Lane (2001), en un estudio para 71 países de ingreso bajo y medio, entre ellos algunas economías de ALyC, encuentra, mediante estimaciones de corte transversal, que el comercio internacional tiene efectos positivos y directos en el crecimiento económico, incluso promueve la convergencia.

Asimismo, Felbermayr (2005), halla evidencia, para 108 países incluidos los de ALyC, del fuerte efecto positivo en el ingreso tanto del comercio como de la educación, inversión y población. Empleando datos de panel y un estimador de GMM, el mismo autor determina que las elasticidades fluctúan entre 0.01 y 0.11. Bengoa y Sánchez (2003), por su parte, afirman que la IED y la educación (capital humano) impactan favorablemente en 18 países de ALyC. Siguiendo una metodología de datos de panel, ellos encuentran un coeficiente para la IED de 0.51, mientras que los coeficientes del número de inscritos en educación primaria y en secundaria son de 2.1 y 2.2, respectivamente.

Hansen y Rand (2006) analizan el vínculo entre la IED y el crecimiento para 31 países en desarrollo, durante 1970-2000. Concluyen, empleando un modelo teórico de corte neoclásico y una metodología de cointegración y de datos de panel, que la IED al igual que la inversión doméstica, impulsan el crecimiento en ALyC.

Por el contrario, Zhang (2001) estima que el efecto de la IED en el crecimiento no es totalmente claro para un grupo de economías en desarrollo (incluidas Argentina, Brasil, Colombia y México). Siguiendo una metodología de cointegración, señala que solo existe una relación que va de la IED al PIB para el caso mexicano; mientras que para el resto de las economías latinoamericanas, no aplica esta causalidad. Agrega que el impacto de esta inversión depende de aspectos como capital humano, estrategia comercial, propensión exportadora de la IED. Asimismo, Yang (2008) encuentra que la IED afecta positivamente el crecimiento en AL; aunque el efecto pasó de positivo en el periodo 1973-1987 a negativo, pero no fue significativo en 1988-2002. La metodología que sigue es de panel de datos, lo cual permite determinar adicionalmente un efecto significativo del crecimiento de la población y del comercio internacional (los coeficientes son -0.99 y 1.21, respectivamente). Finalmente, Yang (2008) encuentra un

coeficiente con signo negativo para la escolaridad, aunque no significativo, para toda la muestra de países.

De igual manera, Carkovic y Levine (2005) realizan un estudio completo del efecto de distintas variables sobre el ingreso *per cápita* para un conjunto de 78 países, tanto industrializados como en desarrollo, para una serie larga (1960-1995). La metodología que siguen es de datos agrupados y de panel. El análisis se realiza para cada periodo de cinco años. Los resultados no encuentran evidencia contundente con respecto al signo del efecto. Por ejemplo, los años de escolaridad tiene signo positivo para todos los periodos, excepto para 1985-1990. Lo mismo sucede con la inversión extranjera, que para 1985-1995 impacta negativamente en el crecimiento del ingreso *per cápita*. Por el contrario, el comercio internacional mantiene el efecto positivo para todo el periodo. No obstante, este efecto con un coeficiente promedio de 2.5 es reducido, en comparación con el coeficiente de la IED de 22.2, en los últimos diez años.

De este modo, en el nivel empírico, no existe consenso con respecto al impacto favorable de dicha participación y, en la mayoría de los casos, solo se encuentran efectos estáticos de limitada significancia. En este sentido, este documento contribuye al debate, en tanto que estudia esta relación con datos actuales para la región. Asimismo, en los estudios centrados en ALyC, las *proxies* empleadas tanto para el crecimiento como para las variables de control son limitadas o tienden a excluir aspectos importantes, para el proceso de crecimiento, como el capital humano o la importación de bienes que amplían las capacidades de producción. Este trabajo incorpora este tipo de variables, por lo que amplía el limitado análisis de esta relación en ALyC.

El objetivo de este documento es doble. Primero, derivar una ecuación de regresión directamente de un modelo de crecimiento neoclásico, que incorpore elementos de capital humano y de comercio internacional. Segundo, aplicar esta ecuación al caso de ALyC en el periodo 1977-2011, mediante un análisis de cointegración de panel. Para ello, en la sección uno se consideran aspectos de la teoría de crecimiento endógeno, relativos al comercio internacional, enfocados en los países en desarrollo. Estos elementos se incorporan en un modelo de crecimiento neoclásico que se presenta en el apartado dos. El modelo incluye indicadores de apertura, diferentes a los comúnmente empleados, lo que permite establecer si en ALyC efectivamente existe vínculo entre variables relacionadas con el comercio internacional, capital físico y humano y tecnología extranjera, por un lado; y el nivel de ingreso *per cápita*, por el otro. En la sección tres, se estima la ecuación para comprobar la hipótesis que establece una relación positiva entre estas variables y el nivel de ingreso diferenciado entre los países latinoamericanos. En la sección cuatro se discuten los resultados.

Finalmente, se ofrecen algunas conclusiones con implicaciones para la política comercial.

1. Aspectos teóricos

La teoría tradicional del comercio internacional señala la posibilidad de ganancias del intercambio de bienes entre países, derivadas de la especialización en la producción que fomenta la asignación eficiente de recursos; y, en consecuencia, el bienestar de los países comerciantes. Sin embargo, esto solo es un efecto de nivel en las posibilidades de consumo. Una vez alcanzada la completa especialización, la productividad no vuelve a aumentar. Por ende, esta teoría está limitada en las explicaciones de la tasa de crecimiento del producto.

Las teorías más recientes sugieren diferentes efectos del comercio. En un contexto donde empresas líderes disfruten de economías de escala, la explicación clásica del comercio y su predicción de bienestar dejan de ser totalmente válidas. En consecuencia, las pequeñas economías que se abrieron al comercio internacional, tardía o lentamente, y que no alcanzaron la escala necesaria, pueden estar limitadas para competir con economías líderes.

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 ALyC. Si estos países se especializan en sectores con menores crecimientos de productividad o con bajas elasticidades del 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).

Al respecto, Lucas (1988) propone un modelo de acumulación de capital humano con efectos externos derivados de los procesos de aprendizaje, señalando que este factor se forma mediante la inversión en educación, como sucede a través del *learning-by-doing*. Si los bienes son sustitutos, el intercambio internacional de bienes incrementa la ventaja comparativa gracias a los efectos *spillover* en el trabajo, restringiendo el crecimiento de los países con menores tasas de aprendizaje. Así, el *learning-by-doing* muestra rendimientos decrecientes, lo que significa que sólo se pueden mantener altas tasas de aprendizaje, de formación de capital humano y de crecimiento económico por la reasignación de recursos hacia nuevas actividades o la elaboración de nuevos productos. No obstante, si la apertura comercial lleva a que los países en desarrollo importen bienes de mayor

calidad sin producirse localmente, las tasas de aprendizaje y de crecimiento en esos países serán menores.

En particular, los estudios teóricos y empíricos, de los *spillovers* a través del comercio internacional derivados de actividades de investigación y desarrollo (I+D), señalan que los países menos avanzados se benefician de estas actividades realizadas en los países industrializados (véase Coe y Helpman, 1995; Coe, Helpman y Hoffmaister, 1997; Keller, 2000). Por tanto, al comerciar, con países con mayor desarrollo industrial que disponen de stocks de conocimientos por la acumulación de actividades de I+D, los beneficios se dan dada la mayor variedad de bienes intermedios y de capital que incorporan ese conocimiento extranjero.

Asimismo, Romer (1990) planteó un modelo con bienes de capital diferenciados, donde el nivel de producto se determina por el número de variedades. Asume que los bienes de capital no son sustitutos perfectos y que se producen en el sector intermedio que usa patentes como insumos obtenidos de procesos de I+D en el sector tecnológico, que a su vez, emplea capital humano y conocimiento para el desarrollo de esas patentes. El conocimiento puede emplearse sin costo mediante efectos *spillover*. Al respecto, Glass y Saggi (2002) argumentan que la presencia de IED en la economía doméstica, beneficia a las empresas nacionales al reducir los costos de imitación. Por ende, el sector de I+D no exhibe rendimientos decrecientes. Así, a mayor *stock* de capital humano y uso en el sector I+D, mayor la tasa de crecimiento de una economía. El modelo predice resultados positivos del comercio internacional, que genera efectos en nivel y en crecimiento del conocimiento y transferencia de tecnología sin costos adicionales.

Por el contrario, Eeckhout y Jovanovic (2002) proponen una teoría de los *spillovers* con costos de imitación, donde las empresas deben recolectar información de las tecnologías existentes y después confirmar el estatus de las patentes. No obstante, coinciden con Romer respecto de los resultados derivados del intercambio entre países.

Feenstra y Markusen (1994), Feenstra (2003) y Feenstra y Kee (2004) coinciden en esta idea, afirmando que las economías se vuelven más productivas, alcanzado un crecimiento económico mayor y, por ende, un ingreso más alto cuando el espectro de bienes que producen internamente está disponible para comerciar con otras economías. Esta diferenciación se potencia cuando se basa en trabajo capacitado.

Un aspecto de relevancia para los países latinoamericanos es que, con un reducido *stock* de capital humano y con limitada capacidad para emplear ese

personal capacitado en el sector de I+D, se estará restringiendo su crecimiento al producir solo un pequeño rango de bienes de capital (Rivera-Batiz y Romer, 1991) y, consecuentemente, se establecen las bases para su marginación del escenario económico internacional. Este modelo tiene dos implicaciones para el comercio internacional de los países latinoamericanos. Por un lado, el número de variedades de bienes de capital diferenciados y la producción total aumentan; en países con dotaciones factoriales diferentes, el comercio de bienes aumenta la tasa de incremento de la economía que crecía en menor medida y disminuye la tasa del país más avanzado. Por otro, si se cumple que las ideas fluyan libremente en el nivel mundial, el *stock* de conocimiento en cada país que puede emplearse en el sector de investigación, aumentará, estimulándose así el crecimiento de la tecnología y de la economía en conjunto.

En tal sentido, al aumentar la productividad del capital humano en el sector de I+D se incrementaría el empleo de este factor, estimulando más al crecimiento. Por tanto, en la medida que los países latinoamericanos establezcan centros y programas de investigación científica aplicada, que haga uso de esas ideas, el ingreso *per cápita* de esos países se estimularía. Adicionalmente, siguiendo a Sala-i-Martin (1997), la inversión en capital físico es la variable más robusta para explicar las diferencias en el crecimiento entre países, por lo que los países latinoamericanos deberían invertir cantidades importantes, en proporción del tamaño de la economía, para tener un impacto significativo en el ingreso *per cápita*.

Por último, en la mayoría de modelos se asume que la I+D se localiza donde la producción tiene lugar, es decir, suponen que el capital tecnológico es inmóvil internacionalmente¹ (véase Baldwin, Martin y Ottaviano, 2001). Esto implica que las empresas siguen actividades en I+D y producción intensiva en innovación en el mismo país. Sin embargo, en la práctica los patrones son diferentes, como en el caso de la industria farmacéutica, electrónica, de telecomunicaciones y automotriz, entre otras, que siguen una estrategia de cadena global.

No obstante, el conjunto de conocimientos, procedimientos, técnicas, entre otros procesos, propios de cada empresa y generados por actividades persistentes de I+D en su interior, encuentran mayores barreras para difundirse tanto al resto de la economía doméstica de la empresa que realiza esas actividades de I+D, como a las economías extranjeras. Esta idea se sustenta en el enfoque ecléctico de la inversión extranjera directa (IED) (Dunning, 2008). Esto es, las empresas tienen una ventaja de propiedad, al

¹ Por el contrario, Markusen (2002), entre otros, considera aspectos relativos a la localización para explicar el efecto de este tipo de actividades en la economía.

crear esos conocimientos específicos. También 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 como los centros de investigación. Sin embargo, el producto marginal de la actividad innovadora en la economía doméstica crece, pues si bien este nuevo conocimiento no se difunde totalmente, sí tiene un impacto en la producción.

2. Derivación del modelo

En esta sección, se establece un modelo que incorpora la esencia de los elementos teóricos señalados. Partiendo de la función básica de producción neoclásica, se define el producto (Y) como 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 y Y muestra rendimientos constantes en todos los factores de producción. El crecimiento de la población está dado por la tasa exógena n . La acumulación de capital es financiada por el ahorro doméstico (tasa de ahorro exógena, $s = S/Y$), esto es: $dK/dt = I = S = s \cdot Y$. La función de producción se amplía incorporando capital humano (H) y comercio internacional, entendido como importaciones de bienes de capital (Z) y la participación de empresas multinacionales (EMN) que operan en los países de la región (W), a través del *stock* de conocimiento:

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

La idea es que la importación de bienes de capital implica una transferencia directa de tecnología. Los países en desarrollo, con limitadas capacidades para la producción de bienes de capital, pueden importar esos bienes desde países tecnológicamente adelantados. El *stock* de capital, importado se modela como un factor de producción separado, porque se financia a través de ingresos de las exportaciones y probablemente muestra una productividad mayor que el capital doméstico. En este sentido, las exportaciones impactan en el ingreso solo a través de los ahorros que financian la importación de bienes de capital. El cambio de las importaciones de bienes de capital en el tiempo permite la acumulación de capital importado (M), lo que se formula como: $dZ/dt = M = X = ex \cdot Y$, donde X son las exportaciones, ex la participación de las exportaciones en el producto total ($ex = X/Y$); X se refiere solo a bienes

de capital. El *stock* de capital importado directamente es creciente en M , financiado por X .

De igual modo, la inclusión de una variable de integración comercial (W) se basa en argumentos similares a la incorporación de Z . El *stock* de capital tecnológico de los países en desarrollo es limitado; pero, conforme se integren económicamente en países industrializados con capacidades tecnológicas y de producción mayores, especialmente mediante flujos de inversiones productivas y/o a través de una fuerte relación comercial, entonces las capacidades domésticas de producción aumentarán y, en última instancia, también el producto de esos países.

Así, la integración representa dos opciones. Primero, las empresas nacionales dentro de la cadena de valor de las EMN que invierten en el extranjero, actualizan en algún grado sus capacidades tecnológicas generando un efecto *catching up* en la economía doméstica, que cerrará la brecha tecnológica en el largo plazo. Además, este efecto emparejamiento propicia progreso tecnológico en el país doméstico con tasa de crecimiento constante. Esta idea está en línea con Wang (1990) y Xu y Wang (1999), quienes señalan que un aumento de la IED induce a mayores inversiones en capital humano, lo que aumenta el potencial de *catching up* en la economía receptora. Segundo, los mayores vínculos comerciales entre esas economías son indicativos de que las EMN del país avanzado que emplean conocimientos, procesos, métodos organizacionales, redes de distribución, entre otros aspectos en la producción doméstica, impactan en cierta medida en la tasa de crecimiento del producto, sin que necesariamente se difundan esos conocimientos y, por tanto, sin que contribuyan en la formación de capital humano en la economía doméstica.

Por su parte, W se incluye en el modelo porque depende de las inversiones extranjeras en la formación de capital y en las actividades sistemáticas de I+D, las cuales reflejan una productividad mayor que las domésticas. W se entiende como los gastos que realizan otros países para fomentar su capacidad de producción, que sin embargo son exportados, parcialmente, a las economías menos desarrolladas mediante IED, y que representa el *stock* disponible que ayuda a que estas produzcan de manera más eficiente, sin incurrir en costos adicionales. W se interpreta como el desbordamiento internacional de conocimientos restringido a las propias EMN. Es decir, el conocimiento de estas empresas, o parte de él, está limitado; no fluye ni con la rapidez ni en la magnitud en la que cabría esperar si fuera un bien totalmente público. La difusión del conocimiento está parcialmente restringida a los vínculos entre matrices y filiales de EMN, lo que afecta la capacidad de producción de las economías receptoras de IED y, en última instancia, su tasa de crecimiento.

De suerte que, la integración comercial afecta el ingreso por dos vías diferentes. Primero, en la medida que los agentes en la economía extranjera acumulen capital físico y tecnológico financiado por ahorros. Segundo, por medio de la presencia de EMN en la economía nacional; es decir, en la medida que las actividades de este tipo de empresas crezcan en relación al 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. No obstante, como lo señalan Görg y Greenaway (2004), la evidencia empírica de la magnitud de los *spillovers* desde las EMN no es contundente con respecto al signo del efecto.

Formalmente, $dW/dt = (dK/dt) \cdot A$, donde s y Y son la tasa del ahorro y del ingreso de la economía extranjera (i), respectivamente, que determinan la acumulación de capital tecnológico en ese país; $A = (IED_{ij}/VD_j)$, es la tasa de difusión de ese conocimiento extranjero, donde IED es la inversión extranjera directa desde el país i hacia el j y VD son las ventas domésticas en j . De este modo, el segundo término del lado derecho representa la participación de las EMN que emplean su *know how* para producir en el mercado nacional. La magnitud de la “difusión” de capital físico y tecnológico por las EMN en mercados extranjeros depende de la cantidad acumulada que dispongan en su país de origen. El *stock* de capital extranjero “importado” indirectamente es creciente en esos dos términos.²

Cuando una economía presenta barreras contra la difusión y aplicación del conocimiento global, W toma mayor relevancia, dado que la idea de la restricción de la difusión del conocimiento y tecnología al interior de las EMN y empresas vinculadas, parece aceptarse. En consecuencia, esto puede entenderse como un término de interacción entre el *stock* de tecnología de las EMN y la capacidad de absorción de la economía doméstica. Este enfoque difiere con respecto a los indicadores de intensidad en I+D y de la brecha tecnológica, propuestos por Kinoshita (2001) y Griffith, Redding y Simpson (2003), respectivamente.

Por otro lado, el capital humano puede acumularse de tres formas diferentes: inversión en educación, *learning-by-doing* y desbordamiento internacional de conocimientos (*spillover*). En la primera alternativa, la de formación de capital humano a través de la inversión, se supone que el ingreso que un país invierte en infraestructura educativa forma capital humano (H). La misma

² Otras vías de difusión del conocimiento son la IED y las importaciones de bienes de tecnología avanzada. Por ende, la apertura de un país, en términos de eliminación de barreras a la IED o de aranceles, son esenciales para la difusión mundial del conocimiento al interior de un país. Sin embargo, la perspectiva en este documento supone que una parte del conocimiento de las EMN no se difunde a las economías domésticas, por lo que el impacto que puedan tener en la formación de capital humano, es mínimo.

función de producción del capital físico aplica para el capital humano (Mankiw, Romer y Weil, 1992). Es decir, H es acumulado mediante la inversión en educación (I_h), la que es financiada por el ahorro (S_h); esto es, $dH/dt=I_h=S_h=s_h \cdot Y$. En la segunda forma, H se acumula a través del *learning-by-doing* durante el proceso de producción de cada bien que, sin embargo, enfrenta rendimientos decrecientes. La única manera de mantener el aprendizaje en altos niveles y, por tanto la formación de H , es mediante la introducción continua de nuevos bienes diferenciados. Esta idea se incorpora en el modelo multiplicando el *stock* de capital humano, formado por la inversión en educación, s_h , por un índice de diferenciación de bienes producidos domésticamente, (p): $dH/dt=s \cdot Y \cdot (1+p)$, con $0 < p < 1$. Entre más bienes diferenciados produzca una economía, mayor el valor de p y, por ende, mayor H . La tercera opción en la formación de H son los *spillover* internacionales. Con el avance de las tecnologías de la información y comunicaciones, el conocimiento se divulga a través de las fronteras. Los países que no realizan actividades persistentes en I+D pueden beneficiarse de nuevas ideas, procesos o inventos gracias a la difusión del conocimiento. Por ende, entre más atrasado tecnológicamente sea un país, mayor posibilidad de adaptar ideas ya existentes mediante la imitación. Esto ofrece la posibilidad de emparejamiento con los países en la frontera tecnológica, a través de la acumulación más rápida de capital humano; lo que representa una estrategia de crecimiento para los países latinoamericanos. Este concepto se integra en el modelo asumiendo que la capacidad de absorción del conocimiento de un país permite acelerar la acumulación de capital humano. Técnicamente, esto se hace de forma análoga al *learning-by-doing* agregando el factor de difusión del conocimiento (m): $dH/dt=s \cdot Y \cdot (1+p) \cdot (1+m)$, con $0 < p < 1$ y $0 < m < 1$.

La inclusión de las variables desarrollo de producto (p) y difusión del conocimiento (m) permite considerar nuevos canales para la acumulación de H . Multiplicando esas variables por las variables tradicionales de inversión en capital humano (I_h), se crean bases para una acumulación de H más rápida y, en consecuencia, para una tasa de crecimiento mayor. Así, el H de estado estacionario depende tanto de la voluntad de ahorrar para la educación, como de la habilidad para desarrollar nuevos productos y de la capacidad de absorción del conocimiento. Este modelo explica con más detalle el nivel de producto, en comparación con el modelo neoclásico tradicional; la función de producción básica se extiende para incluir tres tipos de capital, además del capital físico (K); capital humano (H), capital importado (Z) y capital

tecnológico “disponible” en el extranjero³ (W). De esta manera, de la ecuación (1) se obtiene el ingreso por unidad de trabajo eficiente:⁴

$$y_t = k_t^\alpha \cdot h_t^\beta \cdot z_t^\gamma \cdot w_t^\eta \quad (2)$$

Asumiendo la misma tasa de depreciación (δ) para todos los tipos de capital, nacional o extranjero, en una tasa de crecimiento de la población (n) y un crecimiento constante de la tecnología⁵ (g), la evolución de los *stocks* de capital está dada por:

$$dk_t/dt = s_k y_t - (n + g + \delta)k_t \quad (3)$$

$$dh_t/dt = s_h y_t \cdot (1 + p)^\theta \cdot (1 + m)^\tau - (n + g + \delta)h_t \quad (4)$$

$$dz_t/dt = x \cdot y_t - (n + g + \delta)z_t \quad (5)$$

$$dw_t/dt = \Lambda \cdot (s_w y_t) - [(n + g + \delta)w_t] \cdot \Lambda \quad (6)$$

El estado estacionario se alcanza cuando k , h , z y w no cambian. En esta situación, cada incremento adicional en el *stock* de capital se contrarresta por: la depreciación, el crecimiento de la población y el progreso tecnológico⁶ ($n + g + \delta$). Los valores de estado estacionario para las variables de interés son:

³ La función exhibe las características convencionales neoclásicas como rendimientos decrecientes en todos los factores de producción y, rendimientos constantes a escala.

⁴ Se define $k_t = K/AL$ como el stock de capital físico por unidad efectiva de trabajo, $h_t = H/AL$ como el stock de capital humano por unidad de trabajo eficiente, $z_t = Z/AL$ como el stock de capital directamente importado por unidad de trabajo efectivo, $w_t = W/AL$ es el capital tecnológico extranjero “disponible” para producir desde la economía doméstica por cada unidad de trabajo eficiente y $y_t = Y/AL$ como el ingreso por unidad eficiente de trabajo, todas válidas en el tiempo t .

⁵ Se asume que la tecnología crece a tasa constante (g) e igual para todos los países, lo que es un supuesto aceptable en este contexto, pues se estudian economías relativamente similares dentro de un grupo de países que definen una región económica.

⁶ Los valores de estado estacionario de k , h , z y w se derivan de las ecuaciones (3), (4), (5) y (6) igualándolas a cero y resolviendo simultáneamente. De esta manera, se tiene un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro variables desconocidas (k , h , z y w). Al resolver este sistema de ecuaciones, se obtienen los valores de estado estacionario (k^* , h^* , z^* y w^*) expresados como función de las variables independientes s_k , s_h , s_w y x y, de los parámetros $(1+p)$, $(1+m)$, n , g y δ .

$$k^* = \left(\frac{s_h^{1-\alpha-\gamma-\eta} \cdot (1+p)^{\theta\beta} \cdot (1+m)^{\tau\beta} \cdot s_k^{1-\beta-\gamma-\eta} \cdot x^\gamma \cdot s_w^\eta}{n+g+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma-\eta}} \quad (7)$$

$$h^* = \left(\frac{s_h^\beta \cdot (1+p)^{\theta[1-\alpha-\gamma-\eta]} \cdot (1+m)^{\tau[1-\alpha-\gamma-\eta]} \cdot s_k^\alpha \cdot x^\gamma \cdot s_w^\eta}{n+g+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma-\eta}} \quad (8)$$

$$z^* = \left(\frac{s_h^\beta \cdot (1+p)^{\theta\beta} \cdot (1+m)^{\tau\beta} \cdot s_k^{1-\beta-\gamma-\eta} \cdot x^{1-\alpha-\beta-\eta} \cdot s_w^\eta}{n+g+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma-\eta}} \quad (9)$$

$$w^* = \left(\frac{s_h^{1-\alpha-\gamma-\eta} \cdot (1+p)^{\theta\beta} \cdot (1+m)^{\tau\beta} \cdot s_k^\alpha \cdot x^\gamma \cdot s_w^{1-\alpha-\beta-\gamma}}{n+g+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma-\eta}} \quad (10)$$

Al sustituir estas ecuaciones, en (2), se obtiene la ecuación del ingreso por unidad de trabajo efectivo de equilibrio:

$$y^* = \left(\frac{s_h^\beta \cdot (1+p)^{\theta\beta} \cdot (1+m)^{\tau\beta} \cdot s_k^\alpha \cdot x^\gamma \cdot s_w^\eta}{n+g+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma-\eta}} \quad (11)$$

Para la estimación econométrica, se toman logaritmos de la ecuación (11), por lo que:

$$\begin{aligned} \ln(y^*) = & \frac{\beta}{x} \ln(s_h) + \frac{\theta\beta}{x} \ln(1+p) + \frac{\tau\beta}{x} \ln(1+m) + \frac{\alpha}{x} \ln(s_k) + \frac{\gamma}{x} \ln(x) \\ & + \frac{\eta}{x} \ln(s_w) - \frac{\alpha + \beta + \gamma + \eta}{x} \ln(n + g + \delta) \end{aligned} \quad (12)$$

Donde $x=1-\alpha-\beta-\gamma-\eta$. Dado que no existen datos del ingreso por unidad de trabajo efectivo, la expresión anterior se reescribe como ecuación del ingreso *per cápita*. Así, como si $y=Y/AL=\hat{y}/A$ (\hat{y} : ingreso *per cápita*), y considerando que $\ln(y)=\ln(\hat{y})-\ln(A)$, se tiene:

$$\begin{aligned} \ln(\hat{y}) = & \ln(A) + \frac{\beta}{x} \ln(s_h) + \frac{\theta\beta}{x} \ln(1+p) + \frac{\tau\beta}{x} \ln(1+m) \\ & + \frac{\alpha}{x} \ln(s_k) + \frac{\gamma}{x} \ln(x) + \frac{\eta}{x} \ln(s_w) \\ & - \frac{\alpha + \beta + \gamma + \eta}{x} \ln(n + g + \delta) \end{aligned} \quad (13)$$

Se puede expresar el nivel de tecnología A como el producto del *stock* inicial, A_0 , y la tasa de crecimiento exógena, g , y algún shock específico del país, esto es, $A = A_0 \cdot e^{gt+\varepsilon}$. En donde A_0 son factores específicos a cada país como la dotación de recursos, instituciones, ambiente de negocios, estructura legal, crisis económica, clima, etc. Con esto, la ecuación anterior puede escribirse como:

$$\begin{aligned} \ln(\hat{y}) = & \ln(A_0) + gt + \frac{\beta}{x} \ln(s_h) + \frac{\theta\beta}{x} \ln(1+p) + \frac{\tau\beta}{x} \ln(1+m) \\ & + \frac{\alpha}{x} \ln s_k + \frac{\gamma}{x} \ln(x) + \frac{\eta}{x} \ln(s_w) \\ & - \frac{\alpha + \beta + \gamma + \eta}{x} \ln(n + g + \delta) \end{aligned} \quad (14)$$

La ecuación (14) especifica los factores que determinan el nivel del ingreso *per cápita* de estado estacionario: *stock* inicial de tecnología (A_0), tasa exógena de crecimiento de la tecnología (g), ahorro doméstico para la inversión en educación (s_h) y en capital (s_k), innovación de producto ($1+p$) y desbordamiento internacional del conocimiento ($1+m$) que amplían la acumulación de capital humano, exportaciones (x) que financian la acumulación de capital, ahorro extranjero para la inversión en capital 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* y la depreciación del capital (δ). Esta especificación se centra en la contribución del comercio internacional a la acumulación. La apertura, expresada en los términos ($1+m$) y (s_w), impacta en la acumulación de capital físico y humano, a través del conocimiento que se difunde sobre toda la economía, y el cual se transfiere desde el extranjero a través de empresas multinacionales hacia la economía doméstica. Así, el nivel del ingreso *per cápita* depende de los determinantes en la ecuación (14) que se estiman econométricamente en la siguiente sección, para una muestra de países de ALyC.

3. Metodología empírica

La ecuación (14) se estima en un horizonte temporal de 35 años y 21 países, por lo que se siguen técnicas de series de tiempo y de panel. El análisis consiste en calcular primero las pruebas de raíz unitaria desde el enfoque de cointegración de panel, con la intención de determinar el orden de integración de las variables en (14). En una segunda etapa, se establece si estas mismas variables están cointegradas en un sistema estable de largo plazo. En caso afirmativo, se procede a determinar el sentido de las relaciones entre estas variables. En la siguiente fase, se profundiza en la relación de cointegración, por lo que (14) se estima siguiendo el método de mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados (MCO-CM), sugerido por Pedroni (2000).

De este modo, la variable dependiente se representa por un vector de los ingresos *per cápita* y las explicativas corresponde a un vector del *stock* de tecnología, $\ln(A_0)$, y su tasa de crecimiento, g ; una matriz que contiene todas las variables independientes, k , para cada país latinoamericano. En este caso, estas variables son los logaritmos: de las tasas de crecimiento de la población y de la tecnología, más la tasa de depreciación ($n+g+\delta$); de la acumulación del capital (s_k); de la acumulación de capital importado “libremente” (x); de la acumulación de capital humano a través de la educación (s_h); del aprendizaje en la práctica ($1+p$); de la transferencia de conocimiento ($1+m$) y de la acumulación de capital en el extranjero, que se difunde

“exclusivamente” a través de las empresas vinculadas con diferentes países (*sw*).

En este documento se prueba la existencia de relaciones estables de largo plazo, desde una perspectiva de panel. Al respecto, la literatura propone dos enfoques para determinar la cointegración en el panel. Por un lado, las metodologías de Pedroni (1997 y 1999), McCoskey y Kao (1998) y Kao (1999) plantean como hipótesis nula la no cointegración, que se prueba usando los residuos de la regresión de panel. Por el otro, las pruebas de Groen y Kleibergen (2003) y Larsson, Lyhagen y Löthgren (2001), siguen un enfoque de máxima verosimilitud.

La prueba de Pedroni (1999) considera la heterogeneidad, por lo que incorpora parámetros específicos a cada unidad transversal. Una vez establecida la cointegración en el panel, la estimación se basa en la metodología de MCO-CM (Pedroni, 2000). Dada la heterogeneidad existente entre las economías estudiadas, los resultados que se obtengan serán más robustos puesto que el estimador utiliza una corrección semi-paramétrica, para eliminar la correlación de largo plazo entre el vector de cointegración y las innovaciones en los regresores. Así, el estimador MCO-CM produce tanto errores estándar como estadísticos *t* consistentes. De acuerdo con Amadou (2008), entre las técnicas de cointegración de panel, el estimador MCO-CM tiene la ventaja de considerar la posible autocorrelación y heteroscedasticidad de los residuos, la potencial endogeneidad de los regresores y de ser asintóticamente insesgado.

Asimismo, la prueba de Pedroni tiene dos especificaciones al considerar la cointegración heterogénea y homogénea, respectivamente. En la primera, el estimador se basa en la dimensión temporal del panel que permite obtener estimaciones de la relación de largo plazo, para cada sección cruzada en el panel (*within dimension*). En la segunda, el estimador considera la dimensión de corte transversal en el panel (*between dimension*). En este caso, las estimaciones representan el valor medio de los vectores de cointegración, es decir, los vectores son idénticos para todas las unidades en el panel.

La mayoría de las especificaciones empíricas son de cointegración homogénea, lo que parece plausible, incluso para el actual análisis. Sin embargo, esta estructura es demasiado restrictiva (Breitung y Pesaran, 2005); asimismo, permitir que todos los parámetros sean específicos para cada unidad, reduce el sentido mismo del panel. Por tanto, resulta más importante identificar parámetros probablemente similares para el conjunto de países estudiados, al tiempo que se permite cierto grado de heterogeneidad.

Por otro lado, siguiendo a Pesaran (1997), la cointegración heterogénea implica la pérdida de grados de libertad, lo que reduce la consistencia de las estimaciones, dado el tamaño relativo reducido de la muestra actual. En contraste, la estimación homogénea es más eficiente, aunque se corre el riesgo de estimaciones inconsistentes si se asumen los mismos parámetros para todos los países, cuando de hecho no lo son. En este caso, la ecuación (14), a manera análisis de robustez, se estima siguiendo ambos enfoques.

Asimismo, si se encuentra una relación estable de largo plazo en el panel, entonces las estimaciones MCO son superconsistentes y eficientes, además que no requieren ausencia de correlación entre la variable dependiente, las variables explicativas y el término de error (Stock, 1987). A pesar de ello, estas estimaciones en panel se ven afectadas por sesgos asintóticos, excepto cuando los regresores son estrictamente exógenos. Por tanto, los errores estándar de la estimación MCO generalmente no generan inferencias válidas. Las estimaciones a través de MCO se presentan para un análisis de robustez.

3.1 Datos

El estudio se realiza para un conjunto de 21 países de ALyC (tabla 1). Estos países comparten características en sus estructuras productivas y de consumo de tal manera que conforman una región económica. Es decir, este subconjunto países es relativamente homogéneo con respecto a los elementos socioeconómicos. El periodo considerado es 1977-2011, para un total de 35 años. La muestra es de panel balanceado. Los datos del PIB *per cápita* (*pibpc*) se toman del *Penn World Table* versión 7.0. Los datos del crecimiento de la población se obtienen del *World Development Indicators* (WDI) 2011. Siguiendo a Mankiw *et al.* (1992), las tasas de depreciación y de crecimiento de la tecnología son aproximadamente del cinco por ciento ($g+\delta=5\%$), que se suma a n , para formar la variable *poptd*. El signo esperado es negativo. Se emplea la formación bruta de capital como porcentaje del PIB (*fbk_pib*), para aproximar la inversión en el *stock* de capital físico (s_k). En la literatura es práctica usual emplear este indicador (véase Lee, Syed y Xueyan, 2012), dado que representa el cambio en el *stock* de capital; al tiempo que se asume que las razones capital-producto promedio y marginal son iguales. Los datos se toman del WDI 2011. Y el signo esperado de los coeficientes es positivo.

Tabla 1
Países de América Latina y el Caribe considerados en la muestra

Número	País	Código	Número	País	Código
1	Argentina	arg	12	Honduras	hon
2	Belice	bel	13	Jamaica	jam
3	Bolivia	bol	14	México	mex
4	Brasil	bra	15	Nicaragua	nic
5	Chile	chi	16	Panamá	pan
6	Colombia	col	17	Paraguay	par
7	Costa Rica	cr	18	Perú	per
8	República Dominicana	repd	19	Trinidad y Tobago	tyt
9	Ecuador	ecu	20	Uruguay	uru
10	El Salvador	elsal	21	Venezuela	ven
11	Guatemala	gua			

Fuente: elaboración propia.

El indicador de la tasa de acumulación de capital físico importado directamente es *mmanuf_pib*. El indicador se construye de acuerdo con la propuesta de Frankel y Romer (1999), quienes estudian el efecto de las exportaciones e importaciones por separado, para lo que escalan estas variables por el PIB real. Así, *mmanuf_pib* es el cociente de las importaciones manufactureras y el PIB manufacturero. Las importaciones manufactureras incluyen las secciones 5 (químicos), 6 (manufacturas básicas), 7 (maquinaria y equipo de transporte) y 8 (bienes manufacturados misceláneos) de la Clasificación Uniforme del Comercio Internacional revisión 1 (*Standard International Trade Classification*, SITC). Las importaciones se obtienen de la Base de Datos de la CEPAL⁷ (BADECEL) y se combinan con los de la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), *UN Comtrade Data Base*, para los países y años faltantes.⁸

Siguiendo a Romer (1990), se considera la tasa de alfabetización (*talfab*) como *proxy* de la formación de *H*. El signo esperado es positivo. Los datos se obtienen del WDI 2011. La segunda forma de acumulación de *H* es mediante el aprendizaje por *learning-by-doing*, que se aproxima mediante un índice de descubrimiento de productos. El descubrimiento no significa necesariamente el invento de un nuevo producto; sin embargo, cuando un

⁷ Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

⁸ Para Venezuela y Paraguay no hay datos disponibles en la base BADECEL, para los años 2006, 2007 y 2008; mientras que para Trinidad y Tobago, la serie se interrumpe desde 2004.

país empieza a producir un nuevo bien en su territorio, sin importar que ya se produjera en otros, inicia un proceso de aprendizaje que crea capital humano. Dada la limitación de datos para el conjunto de países que permitan calcular un índice de introducción de nuevos bienes o datos directos de nuevos bienes producidos, se emplean las exportaciones como *proxies* del *learning-by-doing*, siguiendo la idea del *learning-by-exporting*.⁹ La idea es que un bien que se empieza a exportar sistemáticamente representa un descubrimiento “permanente”, que permite la acumulación de conocimiento desde que se inició su producción. Por lo cual, entre mayor el nivel exportado,¹⁰ mayor la formación de *H*.

Para identificar nuevos descubrimientos se sigue la intuición de la propuesta de Feenstra (1994). Para ello, se emplea la serie de exportaciones del SITC, revisión 1, desagregados a cuatro dígitos (alrededor de 1100 grupos de bienes) que se obtuvieron del BADECEL y de la *UN Comtrade Data Base*, bases de datos de la CEPAL y de la ONU, respectivamente. La metodología para reconocer como nuevo un descubrimiento con efectos duraderos, consiste en: identificar cada producto exportado por primera vez con un valor igual o mayor a cien mil dólares, y que se haya exportado al menos durante dos años consecutivos. La variable se etiqueta como *des* y se normaliza para obtener valores entre cero y uno. Entre más cercano esté *des* a la unidad, mayor será el efecto esperado en *pibpc*.

El tercer concepto de *H* es la transferencia de conocimiento, asociado con la noción de capacidad de absorción de un país.¹¹ Este indicador se construye con base en la propuesta de Narula (2004), e incluye aspectos como: número de líneas telefónicas y de celulares (infraestructura básica); usuarios de internet (instituciones); número de computadoras personales; estudiantes de posgrado en el extranjero, rezagados dos periodos (infraestructura avanzada) y coeficiente de apertura, entendido como la participación del comercio total en el PIB (flujo de conocimiento). Los datos se obtienen de la base de

⁹ Considerar a las exportaciones como *proxy* del *learning by exporting* se sustenta en el argumento teórico del *learning by exporting*. Al respecto, existen numerosos documentos que encuentran beneficios en términos de productividad derivados de la exportación (Delgado, Fariñas y Ruano, 2002). En este estudio se sigue este enfoque.

¹⁰ Aunque existe un rezago temporal entre el descubrimiento y el inicio de la actividad exportadora, pero puede argumentarse que cuando se exporta un bien por primera vez, el país pasó por un proceso de aprendizaje para producir de forma más eficiente, con menores costos, mejores calidades o diferentes variedades que, en última instancia, le permiten producir domésticamente. Esta idea está en línea con la hipótesis de auto-selección para exportar (véase Clerides, Lach y Tybout, 1998; Serti y Tomasi, 2008; Wagner, 2007).

¹¹ De acuerdo con Dutrénit y De Fuentes (2009), existen tres dimensiones en las capacidades de absorción: empresa, clusters y país. Este estudio se centra en la última opción, dado el enfoque agregado.

Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO). Las variables se normalizan entre cero y uno y se combinan en un índice de capacidad de absorción del conocimiento (*icac*).

Por último, para representar el conocimiento parcialmente excluible, apropiado por las empresas con actividades de I+D, y que sólo se difunde hacia empresas vinculadas en el extranjero, se construye el *stock* de capital tecnológico individual para un conjunto de economías con las que los países mantienen relaciones económicas importantes. El argumento es que una parte de la acumulación de capital tecnológico en las economías avanzadas se difunde a las economías de la región,¹² mediante EMN.

El indicador se construye ponderando el *stock* de capital tecnológico extranjero por la participación del comercio de cada país en el comercio total del país extranjero, para obtener el capital tecnológico extranjero¹³ “disponible”. Este último se multiplica por la participación de la IED, que fluye desde esas economías, en el valor de las ventas domésticas. Así, se obtiene el *stock* de capital tecnológico extranjero “disponible” (*sktexd*), que entra a la economía doméstica a través de la IED. Formalmente: $sktexd_{it} = \sum_{j=i}^n skt_j (C_{ij}/C_j) / (\sum_{j=i}^n IED_{ji}/VD_i)$, donde *skt* es el *stock* de capital 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_{ji} es la inversión extranjera directa que fluye desde *j* hacia *i*; y, VD_i son las ventas domésticas de *i*. Los datos de la inversión en I+D de las economías extranjeras se obtienen de la *Stan Data Base* de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y se completan con la WDI 2011 y las de las oficinas nacionales. Las series de IED se toman de la *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD), y ventas domésticas de la BADEINSO de la CEPAL y de oficinas de estadísticas nacionales.¹⁴ En la tabla 2, se presentan las principales estadísticas descriptivas de las series.

¹² La forma natural para representar este conocimiento, parcialmente excluible por las empresas multinacionales, es mediante datos de la presencia de EMN en las economías latinoamericanas. Sin embargo, estas series no están disponibles para el total de países ni para todo el periodo de interés.

¹³ El *stock* de capital tecnológico se calcula mediante el método del inventario permanente empleando los gastos en I+D; esto es: $skt_t = (1-\delta)skt_{t-1} + I_{t-1}$, con δ que es la tasa de depreciación, I_{t-1} , la inversión en I+D del periodo anterior y skt_{t-1} , el *stock* de capital tecnológico en *t-1* que se obtiene como $skt_{t-1} = [(1-\delta)sk_0 + i] / [(1+\nu)]$, donde *i* es la razón inversión en I+D al producto (PIB), ν la tasa de crecimiento de la inversión y sk_0 el *stock* de capital tecnológico inicial.

¹⁴ Los países que se incluyen para crear el *stock* tecnológico extranjero son: Estados Unidos, Alemania, Francia, Reino Unido, España, Italia, Holanda, Bélgica, Portugal, Grecia, Suiza, Suecia, Noruega, Finlandia, Dinamarca, Australia, Nueva Zelanda, Corea y Japón; que son países con los que ALyC tienen mayor grado de integración comercial.

Tabla 2
Principales estadísticas descriptivas

Variable	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	DE	JB	Prob
<i>pibpc</i>	3,104.20	2,772.28	7,411.38	1,293.94	1,594.49	9.50	0.01
<i>ides</i>	0.03	0.02	0.10	0.01	0.02	5.77	0.06
<i>pob</i>	21,337.7	21,484.5	27,015.6	15,205.9	3,661.60	2.37	0.31
<i>alf</i>	89.45	89.35	91.60	85.71	1.46	2.36	0.31
<i>icac</i>	0.61	0.45	1.69	0.22	0.53	5.82	0.05
<i>sktedal</i>	29,945.09	4,034.53	211,605.80	961.14	45,594.06	71.23	0.00
<i>fbk_pib</i>	0.18	0.17	0.33	0.11	0.06	5.67	0.06
<i>mm_pib</i>	0.19	0.19	0.26	0.11	0.04	0.69	0.71

Nota: DE: desviación estándar, JB-Jarque-Bera, Prob: probabilidad. n: 245 (35 años, 7 variables, 21 países) *sktedal* en miles de millones de dólares (2005=100), *pob* en miles de personas, *pibpc* en dólares (2005=100).

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión sobre resultados

Primero se determina si las series son estacionarias, así como el orden de integración, puesto que la prueba de cointegración aplica para variables con el mismo orden de integración. Se consideran tres pruebas de raíz unitaria para detectar el nivel de integración. La tabla 3 muestra los resultados en primeras diferencias. Las pruebas señalan que todas las variables tienen el mismo orden de integración, es decir, I(1).

Lo siguiente es aplicar las pruebas de cointegración de panel de Pedroni para determinar la existencia de relaciones estables de largo plazo. Los resultados se resumen en la tabla 4. Si bien no todas las pruebas rechazan la hipótesis nula, las pruebas panel-PP, panel-ADF, group-PP y group-ADF presentan evidencia para rechazarla al 95% de confianza. Así, se acepta que el sistema integrado por el PIB *per cápita*, población, formación de capital, importaciones manufactureras, alfabetización, descubrimientos, capacidad de absorción y el *stock* tecnológico extranjero, constituye un subsistema económico estable de largo plazo.

Tabla 3
Pruebas de raíz unitaria

Variable	LLC estadístico	IPS estadístico	PP-F estadístico
$\Delta pibpc$	-10.362	-12.554	481.785
p-value	0.000	0.000	0.000
Δpob	-2.550	-4.009	196.051
p-value	0.005	0.000	0.000
Δfbk_pib	-11.936	-15.095	458.433
p-value	0.000	0.000	0.000
Δmm_pib	-0.486	-13.068	388.121
p-value	0.313	0.000	0.000
$\Delta tcalf$	-7.277	-24.539	386.834
p-value	0.000	0.000	0.000
$\Delta ides$	-4.758	-10.962	461.458
p-value	0.000	0.000	0.000
$\Delta icac$	-11.081	-16.957	669.340
p-value	0.000	0.000	0.000
$\Delta sktedal$	-11.632	-24.203	537.586
p-value	0.000	0.000	0.000

Nota: H0: raíz unitaria. La prueba LLC supone un proceso de raíz unitaria común. La prueba PP-Fisher (PP-F) supone un proceso de raíz unitaria individual. Significancia al 1%. Las probabilidades de la prueba PP-F se obtienen usando una distribución asintótica χ^2 . El resto de las pruebas asumen una distribución asintóticamente normal.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4
Prueba de Pedroni de cointegración de panel

Prueba	Estadístico	P-value
Panel v	-0.8682	0.8074
Panel rho	1.6707	0.9526
Panel PP	-8.5414	0.0005
Panel ADF	-5.2708	0.0004
Group rho	2.7599	0.9971
Group PP	-9.3468	0.0015
Group ADF	-5.4994	0.0005

Sistema integrado por:

$\Delta lpibpc$ $\Delta lpob$ $\Delta lfbk_pib$ Δlmm_pib $\Delta ltcalf$ $\Delta lides$
 $\Delta licac$ $\Delta lsktedal$

Nota: H0: no cointegración.

Fuente: elaboración propia.

Lo anterior evidencia la existencia de cointegración en el panel, sin embargo, no señala la dirección de la causalidad entre las variables dentro de los subsistemas considerados. Por tanto, es necesario determinar el sentido de dicha relación. Se emplea la prueba de causalidad de Granger para las primeras diferencias de los logaritmos de las series. La tabla 5 agrupa los resultados. A partir de centrar las relaciones entre las distintas variables explicativas y el PIB *per cápita*, se tiene que la hipótesis de no causalidad se rechaza para todas ellas. Así, se entiende que estas variables causan el ingreso *per cápita*, en ALyC.

Tabla 5
Prueba de causalidad de Granger

Hipótesis	Estadístico F	Probabilidad	Conclusión
<i>tcpob</i> no causa a <i>pibpc</i>	6.6300	0.0000	Rechazo
<i>fbkf_pib</i> no causa a <i>pibpc</i>	14.9589	0.0000	Rechazo
<i>mm_pib</i> no causa a <i>pibpc</i>	18.6749	0.0000	Rechazo
<i>tcalfc</i> no causa a <i>pibpc</i>	21.3305	0.0000	Rechazo
<i>ides</i> no causa a <i>pibpc</i>	26.6960	0.0000	Rechazo
<i>icac</i> no causa a <i>pibpc</i>	2.48376	0.0000	Rechazo
<i>sktedal</i> no causa a <i>pibpc</i>	12.5937	0.0000	Rechazo
<i>pibpc</i> no causa a <i>tcpob</i>	0.5139	0.5984	No Rechazo
<i>pibpc</i> no causa a <i>fbk_pib</i>	16.6770	0.0000	Rechazo
<i>pibpc</i> no causa a <i>mm_pib</i>	68.8612	0.0000	Rechazo
<i>pibpc</i> no causa a <i>tcalf</i>	34.5944	0.0000	Rechazo
<i>pibpc</i> no causa a <i>ides</i>	2.5091	0.0821	No Rechazo
<i>pibpc</i> no causa a <i>icac</i>	6.4396	0.0517	No Rechazo
<i>pibpc</i> no causa a <i>sktedal</i>	2.5766	0.0647	No Rechazo

Nota: las variables aparecen en logaritmos y en primeras diferencias. Observaciones 672. H0: la variable x no causa en el sentido de Granger a la variable y. El estadístico es el de Wald para la hipótesis conjunta en que los coeficientes rezagados asociados a la variable y son todos cero. La causalidad entre *ides* y *pibpc*, y entre *pibpc* e *icac* se acepta para cuatro rezagos.

Fuente: elaboración propia.

El modelo (14) se estima mediante MCO completamente modificados que permiten obtener estimadores comunes insesgados en el largo plazo, y que consideran la heterogeneidad de corto plazo entre los países. En la tabla 6, se presentan las elasticidades calculadas para el periodo 1977-2011. En general, el ingreso *per cápita* depende fuertemente del cambio en el *stock* de capital y de la capacidad de absorción del conocimiento. Ambos coeficientes son significativos y positivos.

En contraste, el crecimiento de la población, alfabetización, *stock* de capital importado directamente y los nuevos descubrimientos afectan negativamente a las economías latinoamericanas. La significancia de las dos primeras variables se acepta con 90% de confianza. El *stock* de capital extranjero propio de las EMN no impacta en el ingreso de la región, por lo que, desde este enfoque, se rechaza la hipótesis de efectos *spillovers*. Dimelis y Papaioannou (2009) encuentran un resultado similar.

Tabla 6
Estimaciones mediante MCO-CM (*Panel group*)

Variables	Elasticidad	Desviación estandar
Tasa de crecimiento de la población (<i>dtcpob</i>)	-0.0058	0.0032
Inversión en capital físico (<i>dfbk_pib</i>)	0.4922	0.0251
Tasa de acumulación de capital físico importado directamente (<i>dmm_pib</i>)	-0.1991	0.0261
Tasa de crecimiento de la alfabetización (<i>dtcalf</i>)	-0.0797	0.0442
Índice de descubrimientos de productos (<i>dides</i>)	-0.0090	0.0038
Índice de capacidad de absorción del conocimiento (<i>dicac</i>)	0.5152	0.0241
Stock de capital tecnológico extranjero disponible en ALyC (<i>dsktedal</i>)	0.0005	0.0021
R ² : 79.1 DW: 2.03		

Nota: MCO-CM: mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados de Pedroni (2000) considerando cointegración homogénea. ** significativa al 10%. Todas las variables aparecen en primeras diferencias y en logaritmos. R²: r-cuadrada, DW: Durbin Watson.

Fuente: elaboración propia.

Así, prácticamente todas las variables en el modelo tienen impacto estadístico significativo, aunque no todas muestran el signo esperado. Para todos los países, el crecimiento de la población, el avance tecnológico y la depreciación afectan conjuntamente -como se esperaba- de forma negativa al ingreso *per cápita*. La acumulación de capital físico es un elemento que determina positivamente esa variable. Pero es la segunda variable con mayor aportación al ingreso, lo que refleja la posición central de la acumulación de capital para el nivel del ingreso *per cápita*. Aravena (2010) señala la relevancia de esta variable, cuando afirma que el crecimiento del PIB en la región se basa principalmente en la acumulación de capital.

El coeficiente del capital físico extranjero empleado en la economía doméstica que se compra directamente (*mm_pib*), tiene efecto negativo, lo

que es contrario a lo esperado. Esto significa que la importación de bienes de capital tiene efecto negativo en el nivel de ingreso, aunque relativamente bajo; lo cual se explica porque los países con reducidos niveles de desarrollo (bajo ingreso *per cápita*) tienen limitadas capacidades para absorber esa nueva tecnología (bajo capital humano). El efecto de la tecnología parece pasar por un proceso de aprendizaje; la adaptación eficiente toma tiempo para repercutir en los índices de productividad. Esto puede deberse a que el modelo tecnológico y de innovación en ALyC se centra en la importación de tecnología y deja, en segundo plano, los esfuerzos de adaptación y generación de tecnología propia (SELA, 2012).

El aumento de la tasa de alfabetización, contrario a lo esperado, afecta negativamente el nivel de ingreso de los países, insinuando que el impacto favorable del capital humano y en particular del grado de escolaridad, se recoge en otros factores como la transferencia de conocimiento (*icac*). El signo negativo implica que aumentar la educación de la población, en general, no recupera la inversión en su totalidad. Más personas que sepan leer y escribir significa, en promedio, menor nivel de ingreso, sugiriendo la existencia de lo que en este documento se denomina: “trampa de la alfabetización”. Esta idea es congruente con lo encontrado en una serie de estudios de Hanushek y Woessmann (2009, 2011, 2012); quienes, en particular, señalan que un aspecto crucial que explica la mayor pobreza actual de ALyC, en comparación con el periodo de pos-guerra, son los bajos logros educativos.

Asimismo, este hallazgo corrobora los hechos estilizados discutidos en la literatura, con respecto a que la tasa de escolaridad es inconsistente con el desempeño económico (Pritchett, 1997); por ende, deben considerarse aspectos relacionados con la calidad de la educación. Al respecto, Hanushek y Woessmann (2009) afirman que el pobre crecimiento económico en los países de Latinoamérica se explica por la pobre calidad de la educación.¹⁵ Por un lado, mejorar la forma en que se aprende a leer y escribir y, por otro lado, adquirir otras capacidades relacionadas con la educación y el trabajo, podría eliminar ese círculo perverso.

La variable *des* se introdujo para medir el impacto del *learning-by-doing* en el *pibpc*. Y el signo, contrario a lo esperado, resulta negativo. Esto señala que, para todos los países de la región, el descubrimiento de nuevas actividades las afecta desfavorablemente: a mayor número de productos

¹⁵ Hanushek y Woessmann (2009) muestran que las habilidades cognitivas contribuyen a las diferencias en el crecimiento entre países de la OCDE. En particular, afirman que un aumento de una desviación estándar en el desempeño educativo, definido como una calificación de 100 puntos en la escala de PISA, genera una tasa de crecimiento promedio anual de 1.86% más alta.

exportados, menor el ingreso *per cápita*. Una posible razón de este resultado se encuentra en la forma en que se construyó este indicador. Es difícil determinar con exactitud cuándo ocurre un nuevo descubrimiento. Los nuevos bienes exportados podrían producirse domésticamente algún tiempo antes de que se exportaran por primera vez. Lo que implicaría que se alcanzaron tasas de aprendizaje que sentaron las bases y capacidades para iniciar con el proceso exportador, por lo que el efecto del descubrimiento pudo disiparse en el tiempo. Además, el rango de quinientos mil dólares y dos años se fijó de forma arbitraria -y no incluye ajustes por inflación-, lo que pudo considerar un número mayor de descubrimientos cuando de hecho no lo son, reflejándose en el signo o, alternativamente, en que las empresas se autoseleccionaron erróneamente.

En contraste con las dos *proxies* anteriores, el índice compuesto de transferencia de tecnología *icac*, formado por elementos de infraestructura básica, tecnológica y comercio internacional, tiene el signo positivo esperado y es significativo. Inclusive, esta variable es la de mayor contribución al ingreso *per cápita* en la región, por arriba del *stock* de capital físico. Las variables dentro de *icac* son decisivas para la difusión, adquisición y absorción internacional del conocimiento y, por ende, aumenta el *stock* de *H* y el ingreso de los países. Este resultado está en línea con Laborda, Sotelsek, y Guasch (2012), quienes condicionan los *spillovers* en Latinoamérica a la capacidad de absorción.¹⁶

Por último, el coeficiente del *stock* de capital tecnológico extranjero disponible (*sktexd*) tiene signo positivo, aunque no es significativo. Esto puede explicarse de dos formas diferentes. Una, que el conocimiento generado en el extranjero y recogido en esta variable, mide aquella parte que es empleada en las economías domésticas únicamente por EMN y, que al menos por un tiempo, mantienen sin difusión al resto de las firmas, con lo cual se genera un monopolio temporal o alguna distorsión en la estructura de mercado que impide un efecto positivo en la producción. Dos, que para el caso de ALyC, la IED puede no ser un difusor efectivo de conocimiento desde los países avanzados, pues la producción localizada en la región es en etapas de producción no intensivas en capital o conocimiento, lo que limita, en última instancia, el efecto en el ingreso.

Por otra parte, las estimaciones con coeficientes específicos para cada país se resumen en la tabla 7. En el panel (A), se presentan las estimaciones MCO-CM considerando cointegración heterogénea. En el panel (B), para efectos de comparación, se muestran las estimaciones MCO. En general, los

¹⁶ Ciertamente, no todos los aspectos relacionados con la transferencia de tecnología están en *icac*, como factores institucionales, sin embargo una parte importante es capturada de tal forma que resulta significativa.

resultados son consistentes con los reportados para la estimación homogénea (tabla 6). Esto es, la significancia y signos tienden a coincidir en ambas estimaciones. La capacidad explicativa en ambas estimaciones es relativamente elevada y similar ($R^2:0.791$ y $R^2:0.787$), lo que implica que otros aspectos no incluidos en el modelo tienen efecto limitado en el nivel de ingreso de los países latinoamericanos. Un alto número de coeficientes muestran significancia estadística (más del 65% de los regresores son significativos). En este sentido, la significancia global es buena. Se considera que los resultados son robustos, luego de aplicar las correcciones necesarias para enfrentar problemas de multicolinealidad, autocorrelación y heteroscedasticidad.¹⁷

El coeficiente de la tasa de crecimiento de la población (*poptd*) tiene el signo esperado para la mayoría de los países, ya que la incorporación de mano de obra a la actividad productiva genera un aumento más que proporcional en la producción. Así, la acumulación de capacidades de *L* favorece el ingreso; *poptd* tiene el mayor efecto en Belice, Trinidad y Tobago y Brasil.

Para todos los países el *stock* de capital tiene repercusiones positivas en el *pibpc*. Destacan Paraguay, México y Argentina con coeficientes superiores al 0.80. La apertura comercial, representada por las importaciones de bienes de capital, es significativa para las economías de la región, aunque el efecto es negativo para casi todos los países, lo que coincide con los resultados de Buitrago (2009). Uruguay es el único país donde *mm_pib* registra un efecto positivo y significativo del orden 0.127, lo que implica que ha asimilado, en mayor medida, los efectos de esa tecnología extranjera. Asimismo, este efecto es no significativo para Argentina y Brasil.

¹⁷ La multicolinealidad entre las variables explicativas se determinó mediante el factor de inflación de la varianza (FIV). Donde $FIV=1/(1-R_j^2)$, R_j^2 se obtiene de la regresión de la *j*-ésima variable independiente con respecto a las demás, excepto la dependiente. Es práctica común aceptar que un FIV de 10 señale multicolinealidad alta. En la estimación no parece existir problemas de este tipo. Los resultados generales se presentan en la tabla A1 del anexo. Asimismo, no se encontró evidencia de autocorrelación de primer orden AR(1), el valor de la prueba de Wooldridge fue de 4.128 con un p-value de 0.3411. Finalmente, dado que el estimador MCO-CM trata simultáneamente la autocorrelación y la heteroscedasticidad, la prueba LM sugerido por Greene (2000) no señala problemas de heteroscedasticidad. El valor estimado de la prueba fue de -26.801. Los resultados de las pruebas de Greene y Wooldridge aparecen en la tabla A2 del anexo.

Tabla 7a
Estimaciones de la relación de cointegración por país

Estimaciones MCO-CM (within dimension)							
Pais	Δt_{cpob}	Δf_{bk_pib}	Δm_{m_pib}	Δt_{calf}	$\Delta ides$	$\Delta icac$	$\Delta sktedal$
arg	5.973*	0.799*	-0.073	-2.404***	0.001	-0.093	0.075**
	[1.951]	[0.039]	[0.0477]	[1.439]	[0.010]	[0.106]	[0.041]
bel	-11.208*	0.384*	-0.019	0.861	-0.010**	-0.245*	-0.025
	[2.391]	[0.085]	[0.054]	[1.381]	[0.005]	[0.094]	[0.023]
bol	-6.114*	0.291*	-0.091	-0.369**	-0.003	0.176***	0.012
	[2.659]	[0.072]	[0.664]	[0.202]	[0.006]	[0.098]	[0.008]
bra	-8.923*	0.795*	-0.028	1.248*	0.008***	0.058	0.016**
	[1.723]	[0.078]	[0.120]	[0.573]	[0.005]	[0.119]	[0.008]
chi	-4.296*	0.645*	-0.316**	2.906**	-0.005	0.121***	-0.009*
	[2.127]	[0.107]	[0.159]	[1.520]	[0.014]	[0.0670]	[0.005]
col	2.210*	0.709*	-0.392*	0.815*	-0.021***	0.295*	-0.005
	[0.732]	[0.071]	[0.113]	[0.348]	[0.013]	[0.142]	[0.005]
cr	-6.170	0.592*	-0.191**	5.608*	0.008	0.190**	0.006
	[2.996]	[0.124]	[0.101]	[2.447]	[0.010]	[0.097]	[0.015]
repd	-3.327	0.672*	-0.233*	8.115**	0.001	-0.099	-0.006**
	[2.562]	[0.057]	[0.056]	[4.447]	[0.008]	[0.069]	[0.003]
ecu	0.451	0.628*	-0.481*	-2.878**	0.012	0.088***	0.010
	[8.957]	[0.056]	[0.081]	[1.531]	[0.008]	[0.054]	[0.011]
elsal	3.136*	0.431*	-0.109**	-1.865**	-0.006	0.003	-0.003
	[0.991]	[0.084]	[0.055]	[0.966]	[0.010]	[0.110]	[0.012]
gua	-4.800***	0.576*	-0.290**	-0.067***	-0.005	-0.035	0.002
	[2.989]	[0.112]	[0.061]	[0.040]	[0.007]	[0.140]	[0.004]
hon	3.031	0.384*	-0.316*	-1.749*	-0.002	-0.036	0.006
	[5.839]	[0.124]	[0.128]	[0.781]	[0.016]	[0.240]	[0.007]
jam	-5.711*	0.636*	-0.283*	-0.482*	0.011**	-0.420**	-0.002
	[1.792]	[0.136]	[0.150]	[0.214]	[0.006]	[0.219]	[0.004]
mex	-3.470*	0.818*	-0.103**	0.365	-0.010	0.061*	-0.005**
	[1.214]	[0.044]	[0.057]	[0.167]	[0.007]	[0.019]	[0.003]
nic	-8.513**	0.080**	0.051**	-0.175*	-0.006**	-0.108**	0.002
	[4.458]	[0.042]	[0.029]	[0.083]	[0.003]	[0.055]	[0.003]
pan	-1.043*	0.123*	0.023	-2.577	0.001	0.010	0.008*
	[0.491]	[0.050]	[0.076]	[2.371]	[0.006]	[0.116]	[0.003]
par	10.138	0.912*	-0.040	-1.331*	0.001	-0.201*	0.003**
	[9.366]	[0.057]	[0.045]	[0.599]	[0.007]	[0.094]	[0.002]
per	-10.239	0.728*	-0.172*	2.000**	0.002	0.084*	0.004**
	[8.826]	[0.054]	[0.061]	[1.077]	[0.005]	[0.091]	[0.002]
tyt	-10.010**	0.407*	-0.357*	-6.515	-0.015	0.523**	0.004
	[5.193]	[0.141]	[0.154]	[7.240]	[0.028]	[0.280]	[0.009]
uru	-2.629*	0.728*	0.127*	-5.477***	0.004	-0.293**	0.001
	[1.257]	[0.082]	[0.060]	[3.194]	[0.009]	[0.160]	[0.004]
ven	4.150*	0.590*	-0.508*	-1.729	-0.004	0.241*	0.014**
	[1.348]	[0.057]	[0.083]	[1.842]	[0.009]	[0.078]	[0.008]

R²: 78.7 DW: 1.85

Nota: MCO-CM: mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados de Pedroni (2000) considerando cointegración heterogénea. *, ** y *** niveles de significancia al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar entre corchetes.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7b
Estimaciones de la relación de cointegración por país

Estimaciones MCO							
Pais	$\Delta tcpob$	Δfbk_pib	Δmm_pib	$\Delta calf$	$\Delta ides$	$\Delta icac$	$\Delta sktedal$
arg	18.252 [36.558]	0.788* [0.029]	-0.089* [0.035]	9.162 [13.282]	-0.001 [0.007]	0.004 [0.070]	0.006 [0.005]
bel	-37.744* [10.267]	0.192* [0.055]	-0.028 [0.026]	0.427 [1.237]	-0.005 [0.005]	0.016 [0.087]	-0.001 [0.003]
bol	-31.528* [10.097]	0.236* [0.023]	-0.041 [0.022]	0.706 [0.926]	-0.002 [0.002]	0.233* [0.035]	-0.009* [0.003]
bra	18.655 [59.687]	0.732* [0.045]	-0.103 [0.073]	-2.226 [1.902]	0.007 [0.007]	0.024 [0.068]	0.002 [0.004]
chi	66.723 [43.319]	0.539* [0.070]	-0.235 [0.114]	29.260* [14.620]	0.002 [0.009]	0.331* [0.122]	0.002 [0.007]
col	4.189 [6.998]	0.645* [0.040]	-0.317* [0.065]	0.452 [1.479]	-0.001 [0.003]	0.222* [0.069]	-0.004 [0.003]
cr	-11.442 [9.556]	0.594* [0.062]	-0.175* [0.057]	54.648* [14.585]	0.006 [0.005]	-0.159** [0.083]	0.008 [0.008]
repd	5.678 [10.246]	0.588* [0.043]	-0.218* [0.041]	7.147 [4.405]	-0.004 [0.005]	-0.05 [0.052]	-0.008* [0.004]
ecu	1.575 [7.501]	0.587* [0.037]	-0.422* [0.054]	1.831 [2.063]	0.006 [0.005]	-0.01 [0.081]	0.000 [0.006]
elsal	1.132 [4.920]	0.510* [0.047]	-0.138* [0.034]	1.045 [1.508]	-0.009 [0.006]	0.184* [0.067]	-0.001 [0.003]
gua	-1.289 [3.931]	0.575* [0.064]	-0.286* [0.036]	-0.059 [0.073]	-0.006 [0.004]	-0.026 [0.076]	-0.005* [0.003]
hon	-9.352 [40.713]	0.376* [0.073]	-0.309* [0.076]	0.502 [2.366]	0.007 [0.010]	0.063 [0.124]	0.007 [0.005]
jam	25.068** [14.530]	0.671* [0.057]	-0.290* [0.081]	1.559 [1.455]	0.006 [0.005]	-0.392* [0.096]	0.000 [0.003]
mex	-10.078 [11.364]	0.811* [0.023]	-0.085* [0.040]	1.068 [1.373]	-0.011* [0.004]	0.146* [0.061]	-0.005* [0.003]
nic	-24.965* [3.022]	0.088* [0.020]	0.019 [0.017]	0.787 [0.721]	-0.005* [0.003]	-0.088* [0.027]	0.003 [0.002]
pan	-7.137 [10.630]	0.097* [0.030]	0.009 [0.043]	-10.797* [3.554]	0.000 [0.004]	0.116 [0.071]	0.003 [0.003]
par	12.373 [8.185]	0.754* [0.043]	-0.077* [0.034]	-15.409* [6.468]	-0.006 [0.005]	-0.063 [0.062]	0.003 [0.002]
per	-2.674 [9.885]	0.780* [0.044]	-0.150* [0.054]	0.341 [1.356]	0.006 [0.004]	0.091 [0.080]	0.004 [0.003]
tyt	-19.993* [6.676]	0.309* [0.062]	-0.404* [0.063]	-18.587 [31.113]	-0.015 [0.012]	-0.525* [0.199]	0.006 [0.005]
uru	-10.193 [16.179]	0.620* [0.031]	-0.125* [0.037]	21.415 [17.362]	0.006* [0.003]	-0.159* [0.074]	0.000 [0.002]
ven	26.288 [16.372]	0.527* [0.030]	-0.443* [0.041]	-4.832 [5.696]	-0.005 [0.005]	0.085 [0.095]	0.010* [0.005]

R²: 73.2 DW: 1.88

Nota: MCO-CM: mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados de Pedroni (2000) considerando cointegración heterogénea. *, ** y *** niveles de significancia al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar entre corchetes.

Fuente: elaboración propia.

El efecto negativo de la tasa de alfabetización encontrado mediante la estimación de cointegración homogénea si bien sigue existiendo, parece disiparse en cierta medida, cuando se considera el efecto país por país. Cinco coeficientes resultan no significativos (para los países: bel, mex, pan, tyt y ven). La tasa de escolaridad parece impulsar el ingreso *per cápita* en seis países, donde sobresalen Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica. Por el contrario, para Argentina, Ecuador, Bolivia, Jamaica y Uruguay, entre otros, se confirma la existencia de una “trampa de alfabetización”. Además, la elasticidad del ingreso es alta en estos casos (mayor al 2 por ciento), por lo que deben revisarse las políticas educativas en estos países.¹⁸

Otro elemento que contribuye a la formación de *H* es el *learning-by-doing* (*des*). En las tablas 7a y 7b se aprecia un cierto nivel de significancia de esta variable, en contraste con los resultados registrados en la tabla 6, donde es no significativa. De cualquier forma, es estadísticamente importante solo para un subgrupo de cinco países. En particular, Brasil y Jamaica parecen beneficiarse de producir nuevos bienes de exportación, aunque el nivel de significancia es al 90%. No obstante, si se combinan las bajas elasticidades obtenidas con el hecho de que los capitales extranjeros tienen una presencia importante en estos (principalmente Brasil), entonces se argumenta que las EMN no generan externalidades positivas para la productividad doméstica (efectos *spillovers* limitados). Entonces, parece que existe una pobre relación (positiva) entre el descubrimiento de nuevas actividades y el PIB *per cápita* en la región latinoamericana.

El tercer elemento dentro de *H* es la transferencia de tecnología medida por *icac*, que incluye infraestructura tecnológica. Los resultados son variados: siete coeficientes no son significativos (para los países: arg, bra, repd, elsal, gua, hon, pan); cinco tienen signo negativo (bel, jam, nic, par, uru). Lo que puede ser resultado del efecto de dos factores. Primero, las insuficientes capacidades para cubrir las necesidades tecnológicas de los sectores productivos y sociales en esos tres países (en este grupo se incluyen los países con niveles de penetración más bajos en telefonía celular, número de computadoras y de usuarios de Internet). Segundo, dadas las tasas de apertura comercial relativamente elevadas significa que esas economías no han asimilado las compras de bienes de capital desde el extranjero en procesos productivos locales o, por otro lado, que las ventas hacia el extranjero son de bajo contenido tecnológico o se enfocan a segmentos de mercado poco dinámicos que, en última instancia, significa bajos procesos de transferencia tecnológica y de formación de capital humano. En contraste, para nueve países (bol, chi, col, cr, ecu, mex, per, tyt, ven), este índice es

¹⁸ Este resultado debe tomarse con precaución y confirmarse mediante otras estimaciones donde se consideren indicadores de educación alternativos, por ejemplo, los propuestos por Hanushek y Woessmann (2012).

significativo y positivo; señala el efecto favorable en *pihpc*. En conjunto, parece existir una cierta relación respecto a la capacidad de absorción y producción, puesto que el efecto de esta variable es positivo en Trinidad y Tobago y México, que reportan el mayor ingreso *per cápita* y segundo mayor nivel de PIB, respectivamente, en la región.

Por último, contrario al caso de cointegración con valores promedio de los coeficientes, el efecto del *stock* de capital tecnológico extranjero, al que cada país latinoamericano tiene acceso por medio de EMN (que mantienen en su propiedad y explotan directamente), parece ser ambiguo. Esta variable afecta significativamente el ingreso en nueve economías. Lo que implica que doce coeficientes no tienen significancia estadística; indicando que estas economías no han asimilado el capital extranjero que emplean las EMN. Este resultado está en línea con Dimelis y Papaioannou (2009), quienes afirman que los efectos de la IED son positivos pero no significativos para los países en desarrollo.

Los beneficiados de la interacción tecnológica entre EMN y empresas domésticas son Argentina, Brasil, Panamá, Paraguay, Perú y Venezuela. Esto sugiere la idea de que mayores flujos de IED y comercio internacional tienen efectos reales en el ingreso de esos países. Además, implica que la calidad de la IED es mayor que en el caso de los países donde este *stock* no es significativo. En particular, Perú y Venezuela han podido explotar esta tecnología indirecta gracias a su capacidad doméstica de absorción del conocimiento (*icac*, significativo en estas).

En contraste, el *stock* tecnológico afecta de forma negativa el ingreso en países como Chile, República Dominicana y México (aunque el coeficiente es muy reducido).¹⁹ Esto señala que las EMN en estos mercados internalizan la ventaja del conocimiento tecnológico que tienen en su país de origen.

De este modo, se afirma que los efectos *spillovers* derivados de este capital tecnológico están ausentes en la región latinoamericana; confirmándose los hallazgos de Yamin y Sinkovics (2009), para quienes los flujos de IED, materializados en actividades productivas de empresas multinacionales, tienen efectos difusos en los niveles y tipos de inversión con bajo o ningún potencial de *spillovers* positivos. En concreto, la ventaja exclusiva que poseen las EMN en su mercado de origen (conocimientos, recursos, tecnología específica, etc.) y que emplean en algún grado en sus filiales, no parece mejorar el ingreso de los países latinoamericanos. Si bien el coeficiente estimado es bajo, debe recordarse que ese *stock* tecnológico no se

¹⁹ Se comprobaron si estos coeficientes eran significativamente diferentes de cero a través de la prueba de Wald. La hipótesis nula no pudo rechazarse para ninguno de estos países, por lo que se considera que el efecto no es negativo.

construye con la idea de beneficiar a las economías extranjeras que, no obstante, favorece el ingreso de seis países.

Por último, se aprecia que los resultados son robustos. En el panel B de las tablas 7a y 7 b se pueden comparar las estimaciones MCO. En general, el valor de los coeficientes es relativamente similar a los resultados obtenidos por cointegración heterogénea vía MCO-CM.

Conclusiones

En este documento se derivó un modelo ampliado de crecimiento neoclásico que incorpora factores como población, capital físico, doméstico e importado, capital humano y capital tecnológico que emplean las empresas extranjeras en el mercado latinoamericano. Esta es una manera alternativa para determinar la importancia del comercio internacional, a partir de funciones neoclásicas del ingreso. Este modelo se aplicó para 21 países de América Latina y el Caribe en 1977-2011, con una metodología de cointegración de panel.

En cuanto al capital humano, se concluye la existencia de un vínculo con el ingreso, según sean o no consideradas las diferencias estructurales entre países. En concreto, el índice de capacidad de absorción del conocimiento es la variable más importante para estimular el PIB *per cápita* en la región. Respecto al *stock* tecnológico del exterior, parece que en promedio, la tecnología de uso exclusivo de las empresas extranjeras localizadas en los países latinoamericanos tiene un impulso limitado sobre el ingreso; no obstante, las estimaciones diferenciadas son ambiguas, aunque parece que el efecto positivo tiende a presentarse en las economías de tamaño intermedio, con la excepción de Brasil, y en las que no siguieron un proceso de apertura comercial rápido o indiscriminado.

Sobre la hipótesis de que el comercio internacional impacta en el nivel de ingreso, se observa que se cumple en términos generales en los países de la región, aunque esta afirmación debe matizarse por países y variables. En general, este efecto es negativo, tal como lo señala Buitrago (2009). Para todos los países, el *stock* de capital físico afecta positivamente el *pibpc*, principalmente a Paraguay y a México. Al respecto, De Gregorio, Giovannini y Wolf (1994), señalan que las bajas tasas de inversión en la región juegan un papel sobresaliente en el potencial de crecimiento de los países de América Latina. Las importaciones de bienes de capital impactan negativamente, excepto en Uruguay, que ha asimilado en mayor medida la tecnología extranjera. Así, la hipótesis de que los países pueden importar

bienes de capital que no producen domésticamente y beneficiarse en términos de productividad, parece no comprobarse en la región de ALyC.

Además, se estimó un signo negativo en la relación entre tasa de alfabetización e ingreso. Considerando la estimación promedio, parece existir una “trampa de alfabetización”, que tiende a comprobarse con la estimación de cointegración heterogénea. No obstante, este efecto negativo tiende a diluirse cuando se consideran las diferencias estructurales entre países. Así, la trampa parece presentarse para diez países, entre ellos Argentina y Venezuela. En este sentido, es crítico adoptar 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. Al respecto, Paus (2003) señala que este aspecto es apremiante para el desarrollo de la región, dado que mejorar la base de capital humano es una estrategia que toma mucho tiempo.

Considerando el *learning-by-doing*, aproximado por los nuevos productos exportados, se tiene que es estadísticamente significativo pero de signo negativo y, en particular, para tres países (dos de las economías más pequeñas). Así, el descubrimiento de productos (mediante la mera imitación), contrae el ingreso *per cápita* en estos países. En cuanto a la transferencia intangible del conocimiento (*icac*), que afecta los procesos productivos y organizacionales, se tiene que, junto con capacidades que permiten su absorción como infraestructura y comercio internacional, desempeña un papel importante en la acumulación de conocimiento, de capital humano y el subsecuente nivel de ingreso. En conclusión, el comercio internacional tiene efectos positivos en el ingreso.

Incluir una variable, derivada de la apertura de las economías latinoamericanas a los capitales extranjeros productivos, permite ampliar el modelo para medir el efecto del *stock* de capital tecnológico extranjero, “disponible” para los países de la región. Los resultados indican que esta variable tiene un débil vínculo con el ingreso *per cápita*. El signo de la relación es positivo para seis países (entre ellos Argentina y Brasil), lo que está en línea con la afirmación de Bengoa y Sánchez (2003), acerca de que la IED en las economías de la región está correlacionada con el ingreso *per cápita*. Esto comprueba el argumento de que: entre mayor sea la apertura al extranjero, mayor será el efecto sobre el ingreso doméstico.

Así, estos factores tienen la capacidad de afectar el ingreso al aumentar la actividad del mercado, la especialización, la productividad, la frontera de producción, y la disponibilidad de productos diferenciados. Por ende, las implicaciones de política para las economías de ALyC son claras: fomentar

la educación de calidad, propiciar la transferencia de tecnología mediante la IED y la importación directa, así como la acumulación de conocimiento y su capacidad de absorción.

Anexo

Tabla A1

Prueba de multicolinealidad (modelo de cointegración homogénea)

Factor de inflación de la varianza (FIV)			
	R² promedio	FIV	Conclusión
arg	0.8732	7.8852	No multicolinealidad
bel	0.8169	5.4627	No multicolinealidad
bol	0.8783	8.2171	No multicolinealidad
bra	0.8890	9.0096	No multicolinealidad
chi	0.8443	6.4225	No multicolinealidad
col	0.8301	5.8853	No multicolinealidad
cr	0.8512	6.7217	No multicolinealidad
repd	0.7297	3.6990	No multicolinealidad
ecu	0.8581	7.0476	No multicolinealidad
elsal	0.7255	3.6430	No multicolinealidad
gua	0.8016	5.0394	No multicolinealidad
hon	0.8045	5.1163	No multicolinealidad
jam	0.7045	3.3840	No multicolinealidad
mex	0.8059	5.1518	No multicolinealidad
nic	0.8235	5.6672	No multicolinealidad
pan	0.7850	4.6501	No multicolinealidad
par	0.7926	4.8207	No multicolinealidad
per	0.8178	5.4893	No multicolinealidad
tyt	0.8302	5.8892	No multicolinealidad
uru	0.8079	5.2048	No multicolinealidad
ven	0.8819	8.4651	No multicolinealidad

Nota: Se obtienen las R2 a partir de regresiones auxiliares de cada una de las variables dependientes con el resto de ellas. Para resumir el análisis, únicamente se muestra la R2 promedio de todas las regresiones para cada país. Ver tabla 1 para las abreviaciones de países.

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2
Pruebas de heteroscedasticidad y autocorrelación

Prueba LM de heteroscedasticidad (Greene, 2000)					
s^2_1	0.003735	s^2_8	0.004897	s^2_{15}	0.002705
s^2_2	0.004697	s^2_9	0.002568	s^2_{16}	0.006368
s^2_3	0.001598	s^2_{10}	0.003028	s^2_{17}	0.006498
s^2_4	0.003354	s^2_{11}	0.002318	s^2_{18}	0.003222
s^2_5	0.004241	s^2_{12}	0.006623	s^2_{19}	0.012758
s^2_6	0.001365	s^2_{13}	0.003114	s^2_{20}	0.004591
s^2_7	0.004023	s^2_{14}	0.002748	s^2_{21}	0.004547
n	21			s^2	0.0036
T	35			χ^2	-26.8018
$\acute{e}e$	2.6481			$\chi^2_{(21)}$	32.1721

Prueba de autocorrelación (Wooldridge, 2002)

F: 4.128

p value: 0.3411

Nota: la prueba heteroscedasticidad de Greene (2000) considera una H0: homocedasticidad. El nivel de confianza es al 99%. La prueba de Wooldridge (2002) supone una H0: no autocorrelación de primer orden. Ver tabla 1 para las abreviaciones de países.

Fuente: elaboración propia.

Referencias

Amadou, D. (2008). "Exchange rate volatility and investment. A panel data cointegration approach". *MPRA Paper No. 13130*.

Aravena, C. (2010). "Estimación del crecimiento potencial de América Latina", *Serie Macroeconomía del Desarrollo de la CEPAL No. 106*.

Baldwin, R., Martin, P. y Ottaviano, G. (2001). "Global income divergence, trade and industrialization: The geography of growth take-off". *Journal of Economic Growth*, 6(1), 5-37.

Bengoa, M. y Sánchez, B. (2003). "Foreign Direct Investment, economic freedom and growth: New evidence from Latin America". *European Journal of Political Economy*, 19(3), 529-545.

Breitung, J. y Pesaran, M. (2005). "Unit roots and cointegration in panels." *Discussion Paper Series: 1 Economic Studies No. 42/2005*. Frankfurt: Deutsche Bundesbank.

136 Ensayos Revista de Economía

Buitrago, R. (2009). "Reformas comerciales (apertura) en América Latina: Revisando sus impactos en el crecimiento y el desarrollo". *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 17(2), 119-132.

Carkovic, M. y Levine, R. (2005). Does Foreign Direct Investment accelerate growth? En Moran, T., Graham, E. y Blomström, M. (Eds), *Does Foreign Direct Investment promote development?* Estados Unidos: Peterson Institute for International Economics.

Clrides, S., Lach, S. y Tybout, J. (1998). "Is learning by exporting important? micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico and Morocco". *Quarterly Journal of Economics*, 454(3), 903-947.

Coe, D. y Helpman, E. (1995). "International R&D spillovers". *European Economic Review*, 39(5), 859-887.

Coe, D., Helpman, E. y Hoffmaister, A. (1997). "North-South R&D spillovers". *Economic Journal, Royal Economic Society*, 107(440), 134-149.

De Gregorio, J., Giovanninin, A. y Wolf, H. (1994). "International evidence on tradables and nontradables inflation". *European Economic Review*, 38(6), 1225-1244.

Delgado, M., Fariñas, J. y Ruano, S. (2002). "Firm productivity and export markets: A nonparametric approach". *Journal of International Economics*, 57(2), 397-422.

Dimelis, S. y Papaioannou, S. (2009). "FDI and ICT effects on productivity growth: A comparative analysis of developing and developed countries", *European Journal of Development Research*, 22(1), 79-96.

Dunning, J.H. (2008). *Multinational enterprises and the global economy*. California, U.S.: Addison-Wesley.

Dutrénit, G. y De Fuentes, C. (2009), Theoretical approaches of absorptive capacities and knowledge spillovers. En Dutrénit, G. (Ed.), *Regional innovation systems: A place for the development of SMEs*. México: UAM-X.

Eeckhout, J. y Jovanovic, B. (2002). "Knowledge spillovers and inequality". *American Economic Review*, 92(5), 1290-1307.

Feenstra, R. (1994). "New product varieties and the measurement of international prices". *American Economic Review*, 84(1), 157-177.

_____ (2003). *Advanced international trade: Theory and evidence*. New York, USA: Princeton University Press.

Feenstra, R. y Markusen, J. (1994). "Accounting for growth with new inputs". *International Economic Review*, 35(2), 429-447.

Feenstra, R. y Kee, H. (2004). "Export variety and country productivity". *World Bank: Research Working Paper, no. 3412*. Washington, D.C.: World Bank.

Felbermayr, G. (2005). "Dynamic panel data evidence on the trade-income relation". *Review of World Economics*, 141(4), 583-611.

Frankel, J. y Romer, D. (1999). "Does trade cause growth?". *American Economic Review*, 89(3), 379-399.

Glass, A. y Saggi, K. (2002). "Multinational firms and technology transfer". *Scandinavian Journal of Economics*, 104(4), 495-513.

Görg, H. y Greenaway, D. (2004). "Much ado about nothing? Do domestic firms really benefit from foreign direct investment?". *World Bank Research Observer*, 19(2), 171-197.

Greene, W.H. (2000). *Econometric analysis*. Prentice Hall.

Griffith, R., Redding, S. y Simpson, H. (2003). "Productivity convergence and foreign ownership at the establishment level". *CEP Discussion Papers No. 0573*. London: Centre for Economic Performance, LSE.

Groen, J. y Kleibergen, F. (2003). "Likelihood based cointegration analysis in panels of vector error correction models". *Journal of Business and Economics Statistics*, 21(2), 295-318.

Hansen, H. y Rand, J. (2006). "On the causal links between FDI and growth in developing countries". *Discussion papers 04-30*. Institute of Economics, University of Copenhagen.

Hanushek, E. y Woessmann, L. (2009). "Schooling, cognitive skills, and the Latin American growth puzzle". *NBER Working Paper 15066*.

_____ (2011). "Sample selectivity and the validity of international student achievement tests in economic research". *Economic Letters*, 110(2), 79-82.

_____ (2012). "Schooling, educational achievement, and the Latin American growth puzzle". *Journal of Development Economics*, 99(2), 497-512.

Kao, C. (1999). "Spurious regression and residual based tests for cointegration in panel data". *Journal of Econometrics*, 90(1), 1-44.

Keller, W. (2000). "Do trade patterns and technology flows affect productivity growth?". *World Bank Economic Review*, 14(1), 17-47.

Kinosita, Y. (2001). "R&D and technology spillovers via FDI: Innovation and absorptive capacity." *William Davidson Institute Working Paper No 329*. University of Michigan Business School.

138 *Ensayos Revista de Economía*

Laborda, L., Sotelsek, D. y Guasch, J. (2012). "Innovative and absorptive capacity of international knowledge. An empirical analysis of productivity sources in Latin American countries". *The World Bank Policy Research Working Paper No. 5931*.

Lane, P., (2001). "International trade and economic convergence: The credit channel". *Oxford Economic Papers*, 53(2), 221-240.

Larsson, R., Lyhagen, J. y Löthgren, M. (2001). "Likelihood based cointegration tests in heterogeneous panels". *The Econometrics Journal*, 4(1), 109-142.

Lee, I., Syed, M. y Xueyan, L. (2012). "Is China over-investing and does it matter?". *IMF Working Paper No. 12/277*.

Lucas, R. (1988). "On the mechanics of economic development". *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.

McCoskey, M. y Kao, C. (1998). "A residual based test of the null of cointegration in panel data". *Econometric Reviews*, 17(1), 57-84.

Mankiw, N., Romer, D. y Weil, D. (1992). "A contribution to the empirics of economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437.

Markusen, J. (2002). *Multinational firms and the theory of international trade*. Cambridge, USA: MIT Press.

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*.

Paus, E. (2003). "Productivity growth in Latin America: The limits of neoliberal reforms". *World Development*, 32(3), 427-445.

Pedroni, P. (1997). "On the role of cross sectional dependency in panel unit root and panel cointegration exchange rate studies". *Indiana University Manuscript*.

_____ (1999). "Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Special, 81(1), 653-670.

_____ (2000). "Fully Modified OLS for heterogeneous cointegrated panels". *Advances in Econometrics*, 15, 93-130.

Pesaran, M. (1997). "Role economic theory in modeling the long run". *Economic Journal*, 107(440), 178-191.

Pritchett, L. (1997). "Where has all the education gone?". *Policy Research Working Paper Series No. 1581*.

Redding, S. (1999). "Dynamic comparative advantage and the welfare effects of trade". *Oxford Economic Papers*, 51(1), 15-39.

Rivera-Batiz, L. y Romer, P. (1991). "International trade with endogenous technological change". *European Economic Review*, 35(4), 971-1004.

Romer, P. (1990), "Endogenous technological change". *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.

Sala-i-Martin, X. (1997). "I just ran two million regressions". *American Economic Review*, 87(2), 178-183.

SELA, (2012). "Desarrollo productivo e industrialización en América Latina y el Caribe". Venezuela: Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe.

Serti, F., y Tomasi, C. (2008). "Self-selection and post-entry effects of exports: Evidence from Italian manufacturing firms". *Review of World Economics*, 144(4), 660-694.

Stock, J. (1987). "Asymptotic properties of least squares estimators of cointegrating vectors". *Econometrica*, 55(5), 381-386.

Wagner, J. (2007). "Exports and productivity: A survey of the evidence from firm level data". *The World Economy*, 30(1), 60-82.

Wang, J. (1990). "Growth, technology transfer, and the long-run theory of international capital movements". *Journal of International Economics*, 29(3), 255-271.

Xu, B. y Wang, J. (1999). "Capital goods trade and R&D spillovers in the OECD". *Canadian Journal of Economics*, 32(5), 1258-1274.

Yamin, M. y Sinkovics, R. (2009). "Infrastructure or foreign direct investment? An examination of the implications of MNE strategy for economic development". *Journal of World Business*, (44)2, 144-157.

Yang, B. (2008). "FDI and growth: A varying relationship across regions and over time". *Applied Economic Letters*, 15(2), 105-108.

Zhang, K. (2001). "Does FDI promote economic growth? Evidence from East Asia and Latin America". *Contemporary Economic Policy*, 19(2), 175-185.