

# LA DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA RELACIONADA CON EL COMERCIO ENTRE EL NORTE Y EL SUR

Círculos virtuosos de crecimiento  
en la América Latina\*

*Maurice Schiff y Yanling Wang\*\**

## RESUMEN

El presente artículo analiza el efecto de la difusión de la tecnología del Norte (NRD) relacionada con el comercio, la educación y la gobernabilidad en la productividad total de los factores (PTF) en la América Latina y el Caribe (ALC) y otros países en desarrollo. La NRD de los países en desarrollo se define como la suma ponderada de los acervos de ID del Norte, con ponderaciones relacionadas con la apertura para con los socios comerciales del Norte. La NRD especificada por industria se basa en los acervos de ID específicos por industria del Norte, las pautas de comercio entre el Norte y el Sur, y las relaciones entre los insumos y la producción del Sur. Los principales hallazgos son los siguientes: *i)* el efecto de la educación y la gobernabilidad en la NRD es significativamente mayor en ALC que en otros países en desarrollo, mientras que sucede lo contrario en el caso de la NRD; *ii)* la educación, la gobernabilidad y la NRD tienen efectos adicionales en la PTF en las industrias de ALC que se caracterizan por una intensa inversión en ID, de la interacción con las otras dos

\* *Palabras clave:* comercio, difusión de la tecnología, crecimiento, América Latina y el Caribe. *Clasificación JEL:* F15, O19, O33. Artículo recibido el 24 de febrero de 2010 y aceptado el 6 de junio de 2011 [traducción del inglés de Karina Azanza y Brian McDougall].

\*\* M. Schiff, Banco Mundial, Universidad de Chile e IZA-Bonn (correo electrónico: mschiff@worldbank.org). Y. Wang, Facultad de Relaciones Internacionales Norman Paterson, Universidad de Carleton, Ottawa (correo electrónico: yanling\_wang@carleton.ca).

variables, y *iii*) dado que la NRD aumenta con la apertura hacia el Norte y con los acervos de ID del Norte, ambas variables aumentan la PTF del Sur tanto de manera directa como por medio de la interacción con la educación y la gobernabilidad. Estos efectos de interacción sugieren que un aumento cualquiera de las tres variables de políticas —educación, gobernabilidad y apertura— produce ciclos virtuosos de crecimiento. Dichos ciclos resultan ser menores cuando se trata de un aumento en sólo una de estas variables, más intensos si se presenta un aumento en dos de ellas y todavía más intensos cuando el aumento ocurre en las tres.

### ABSTRACT

This paper examines the impact on total factor productivity (TFP) in Latin America and the Caribbean (LAC) and in other developing countries of trade-related technology diffusion from the North (denoted by NRD), education, and governance. The NRD of developing countries is defined as a weighted sum of R&D stocks in the North, with weights related to openness with the North's trading partners. Industry-specific NRD is based on the North's industry-specific R&D stocks, North-South trade patterns, and input-output relations in the South. The main findings are that: *i*) the impact of education and governance on TFP is significantly larger in LAC than in other developing countries, while the opposite holds for NRD; *ii*) education, governance and NRD have additional effects on TFP in LAC's R&D-intensive industries through their interaction with the other two variables; and *iii*) since NRD increases with openness to the North and with the North's R&D stocks, both variables raise the South's TFP directly as well as through interaction with education and governance. These interaction effects imply that increasing the level of any of the three policy variables —education, governance or openness— results in virtuous growth cycles. These are smallest for an increase in one of these variables, stronger for an increase in two of them, and strongest for an increase in all three variables.

### INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente artículo es analizar el efecto de la difusión internacional de conocimientos tecnológicos en la América Latina y el Caribe (ALC) y la productividad total de los factores (PTF). En principio, la difusión internacional puede ocurrir por medio de distintos canales, incluyendo el comercio, la IED, las licencias, la asistencia a conferencias, el acceso a revistas científicas (por ejemplo, mediante la internet) y otras fuentes de comunicación

transfronteriza. Los principales canales que se han estudiado son el comercio y la IED, y este artículo se enfoca en el papel del comercio internacional. En segundo lugar, se analiza la importancia —para la productividad y el efecto en la productividad de la investigación y el desarrollo (ID) extranjera y la apertura— de las políticas relacionadas con la educación y la gobernabilidad.

Es probable que la educación desempeñe un papel importante debido a su efecto en la capacidad de absorber los conocimientos tecnológicos en general y las innovaciones en particular. También es probable que la gobernabilidad, sea importante, ya que los problemas de gobernabilidad, como la corrupción, los retrasos en la obtención de permisos y la debilidad administrativa generalizada, reducirían el efecto de la difusión de la tecnología en la PTF, a la vez que mermarían las inversiones y la capacitación necesarias para adaptar las nuevas tecnologías a las condiciones locales.

Grossman y Helpman (1991) exploran la teoría del crecimiento endógeno en el entorno de una economía abierta. Aducen que la productividad de un país aumenta con su volumen comercial. La idea central es que los bienes encarnan el *know-how* tecnológico, por lo que los países pueden adquirir conocimientos del extranjero por medio de las importaciones. Coe y Helpman (1995) aportan una instrumentación empírica del modelo de crecimiento endógeno en una economía abierta. Construyen un índice de ID extranjera como la suma ponderada de los acervos de ID de los socios comerciales. Hallan que en el caso de una muestra de países desarrollados, la ID tanto nacional como “extranjera” tienen un efecto significativo en la PTF, y que ésta aumenta según el grado de apertura generalizada de la economía y la apertura hacia los países más grandes generadores de ID.

Coe *et al* (1997) examinan el mismo problema para el caso de los países en desarrollo. Hallan que estos países se benefician más de las derramas de ID extranjera cuanto mayor sea su grado de apertura y más capacitada esté su fuerza laboral. Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que el comercio es un mecanismo importante con el cual el conocimiento y el progreso tecnológico se transmiten de un país a otro.

El presente artículo se basa en el de Schiff *et al* (2005). A su vez, dicho trabajo amplió el de Coe y Helpman (1995) y Coe *et al* (1997) mediante el análisis de estas cuestiones en la industria. La idea es que el *know-how* de los países importadores se nutre con el acervo de conocimientos que viene aparejado con los insumos que importan. Como se muestra en la sección I la medida del acervo de ID extranjera que obtiene un país importador a

nivel industria incorpora explícitamente la estructura productiva de la economía según se refleja en las relaciones entre los insumos y la producción. Este artículo analiza específicamente el efecto que tiene la difusión de internacional de la tecnología relacionada con el comercio, la educación y la gobernabilidad en la PTF en la región de ALC.

El artículo está organizado de la siguiente manera: la sección I establece la instrumentación empírica, la sección II describe los datos y la sección III presenta los resultados. Por último se ofrece las conclusiones.

## I. INSTRUMENTACIÓN EMPÍRICA

Coe y Helpman (1995) calculan el efecto de la ID nacional y extranjera en la PTF de los países de la OCDE. Debido a la falta de ID nacional, en el presente artículo nos enfocaremos en la estimación del efecto de la ID extranjera en la PTF. Es poco probable que esto tenga una repercusión significativa en nuestros resultados debido a que la mayor parte de la ID del mundo se realiza en países desarrollados.<sup>1</sup>

Estimamos las ecuaciones de la PTF con datos combinados para un grupo de 25 países en desarrollo y 16 industrias manufactureras. Por industria, el acervo de ID extranjera disponible en la industria  $i$  de un país en desarrollo  $c$ , representado como  $NRD_{ci}$ , se define como:

$$NRD_{ci} \equiv \sum_j a_{cij} RD_{cj} = \sum_j a_{cij} \left[ \sum_k \left( \frac{M_{cjk}}{VA_{cj}} \right) RD_{jk} \right] \quad (1)$$

en que  $c(k)$  indiza los países en desarrollo (OCDE),  $j$  indiza las industrias,  $M(VA)$  ( $RD$ ) denota las importaciones (valor agregado) (ID), y  $a_{cij}$  es el coeficiente de insumos/producto (que mide la proporción de las importaciones que la industria  $j$  le vende a la industria  $i$  en el país  $c$ ).

La primera parte de la ecuación (2) establece que en el país en desarrollo  $c$ , la ID extranjera en la industria  $i$ ,  $NRD_{ci}$ , es la suma de  $RD_{cj}$  (la ID que ob-

<sup>1</sup> Coe *et al* (1997) muestran que en 1990 el 96% de los gastos en ID de todo el mundo se realizó en países industrializados. Lo que es más, estudios empíricos recientes demuestran que gran parte del cambio tecnológico de los países de la OCDE se basa en la difusión internacional de tecnología entre las naciones afiliadas a la OCDE. Por ejemplo, Eaton y Kortum (1999) estiman que 87% del crecimiento de Francia se basa en la ID extranjera. Dado que los países en desarrollo invierten muchos menos recursos en ID que los países de la OCDE, la ID extranjera debe ser una fuente de crecimiento todavía más importante para los países en desarrollo.

tiene la industria  $j$  por medio de las importaciones provenientes de países de la OCDE) en todas las industrias  $j$ , multiplicada por  $a_{cij}$  (la proporción de las importaciones de la industria  $j$  que se le vende a la industria  $i$ ). La segunda parte de la ecuación (2) establece que  $RD_{cj}$  es la suma, en todos los países de la OCDE  $k$ , de  $M_{cjk}/VA_{cj}$  (las importaciones de productos de la industria  $j$  provenientes del país de la OCDE  $k$  por unidad de valor agregado de la industria  $j$  de productos de la industria  $j$  (es decir, la proporción correspondiente a la apertura bilateral)), multiplicada por  $RD_{jke}$  (el acervo de ID de la industria  $j$  en el país de la OCDE  $k$ ).

También analizamos el efecto de la educación y la gobernabilidad. Es de esperarse que la educación y la gobernabilidad tengan un efecto positivo en la PTF. Una gobernabilidad de mayor calidad permite una asignación más eficiente de los recursos y una mayor PTF. De la misma manera, en presencia de una mayor escolaridad, se puede esperar que haya una fuerza laboral más productiva y una más alta PTF. La ecuación de referencia se estima como:

$$\ln PTF_{cit} = \beta_0 + \beta_N \ln NRD_{cit} + \beta_E E_{ct} + \beta_G G_c + \sum_t \beta_t D_t + \sum_c \beta_c D_c + \sum_i \beta_i D_i + \varepsilon_{cit} \quad (2)$$

en la que  $E(G)$  denota la educación (gobernabilidad) y  $D_t(D_c)$  ( $D_i$ ) representa las variables ficticias de tiempo (país) (industria).

Además analizamos la manera en que el efecto en la NRD cambia según la intensidad de la inversión en ID de las industrias. Dividimos las industrias en dos grupos, según la intensidad de su inversión en ID. La división de las industrias en estos dos grupos y la intensidad de su inversión en ID se muestran en la sección II. La ecuación (2) se convierte en:

$$\ln PTF_{cit} = \beta_0 + (\beta_N + \gamma_N DR) \ln NRD_{cit} + \beta_E E_{ct} + \beta_G G_c + \sum_t \beta_t D_t + \sum_c \beta_c D_c + \sum_i \beta_i D_i + \varepsilon_{cit} \quad (3)$$

en la que  $DR = (0) 1$  para las industrias que se caracterizan por la alta (baja) intensidad de su inversión en ID. También estimamos la ecuación (3) reemplazando  $\sum_i \beta_i D_i$  con  $DR$ .

Estas ecuaciones se estiman para 16 industrias manufactureras en nueve

países de ALC como parte de la muestra completa de 25 países en desarrollo. Los parámetros para ALC se estiman como diferencias con los parámetros de la muestra completa de países en desarrollo de las ecuaciones (2) y (3). Por ende, la ecuación (2) se convierte en:

$$\ln PTF_{cit} = \beta_0 + (\beta_N + \alpha_N DLAC) \ln NRD_{cit} + \beta_E E_{ct} + \beta_G G_c + \sum_t \beta_t D_t + \sum_c \beta_c D_c + \sum_i \beta_i D_i + \varepsilon_{cit} \quad (4)$$

También estimamos la ecuación (4) remplazando  $\sum_c \beta_c D_c$  con  $DALC$ . Además, estimamos la ecuación (4) con la interacción de  $DR$  y  $DALC$ , es decir:

$$\ln PTF_{cit} = \beta_0 + [\beta_N + \alpha_N DLAC + (\gamma_N + \delta_N DLAC) DR] \ln NRD_{cit} + \beta_E E_{ct} + \beta_G G_c + \sum_t \beta_t D_t + \sum_c \beta_c D_c + \sum_i \beta_i D_i + \varepsilon_{cit} \quad (5)$$

También estimamos la ecuación (5) remplazando  $\sum_i \beta_i D_i$  con  $DR$  y  $\sum_c \beta_c D_c$  con  $DALC$ .

Por último, examinamos la interacción entre la  $NRD$  y la educación, la  $NRD$  y la gobernabilidad, la educación y la gobernabilidad, y entre la  $NRD$ , la educación y la gobernabilidad, para observar si alguna de ellas tiene un efecto significativo en la PTF. Este análisis también se hizo por separado para los países de ALC y los que no pertenecen a esta región, así como para las industrias que hacen una intensa inversión en ID y las que no.

## II. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES Y FUENTES DE DATOS

Nuestra muestra consta de 16 industrias manufactureras de los nueve países de ALC que se analizaron, así como de los demás países en desarrollo de la muestra, durante el periodo 1976-2005. Los nueve países de ALC son Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Venezuela en Suramérica; Guatemala, México y Panamá en el resto de la América Latina, y Trinidad y Tobago en el Caribe.<sup>2</sup> Argentina y Brasil no se incluyeron por falta de datos.

Estas 16 industrias incluyen seis industrias con una intensidad alta en

<sup>2</sup> Los otros 16 países en desarrollo están en el Este de Asia (Hong Kong-China, Rep. de Corea), el Sur de Asia (Bangladesh, India, Pakistán), el Sureste Asiático (Filipinas, Indonesia, Malasia), el Medio

cuanto a su inversión en ID y 10 industrias con una baja intensidad en este mismo rubro.<sup>3</sup> La intensidad de la inversión en ID de estas 16 industrias se basa en datos de los Estados Unidos. La intensidad de la inversión en ID de cada industria se calculó dividiendo los gastos en ID entre el valor agregado de dicha industria. Se dividen en industrias con una intensidad baja en cuanto a su inversión en ID (10 industrias) e industrias con una intensidad alta en cuanto a su inversión en ID (6 industrias).<sup>4</sup>

El índice de la PTF se calcula como la diferencia entre el valor agregado y el ingreso de los factores, con los insumos ponderados según la proporción de los ingresos que representan, es decir,  $\ln TFP = \ln Y - \alpha \ln L - (1 - \alpha) \ln K$ , en la que  $\alpha$  es igual a la proporción específica que representa la mano de obra por año-país-sector. La proporción que representa la mano de obra es igual a los salarios divididos sobre el valor agregado. El valor agregado, los salarios y la formación de capital fijo se registran en dólares actuales, y todos estos datos están deflacionados mediante deflacionadores del PIB estadounidense (1990 = 100). El acervo de capital se deriva a partir de la serie de formación de capital fijo deflacionado mediante el modelo de inventario perpetuo con una tasa de depreciación de 5 por ciento.

Los datos del flujo de ID están tomados de la base de datos ANBERD 2000 (OCDE) (División DSTI/EAS). La base de datos abarca 15 países de la OCDE de 1973 a 2002 a nivel de dos, tres o cuatro dígitos.<sup>5</sup> Los flujos de ID

Oriente (la Rep. Árabe de Egipto, la Rep. Islámica de Irán, Jordania, Kuwait), el África Sursahariana (Camerún, Malaui), el Mediterráneo (Chipre) y Europa (Polonia).

<sup>3</sup> Las 10 industrias con una baja intensidad en cuanto a su inversión en ID son: (1) 31-Alimentos, bebidas y tabaco; (2) 32-Textiles, ropa y piel; (3) 33-Productos de madera y muebles; (4) 34-Papel, productos de papel e imprentas; (5) 355/6-Caucho y productos de plástico; (6) 36-Productos minerales no metálicos; (7) 371-Hierro y acero; (8) 372-Metales no ferrosos; (9) 381-Productos metálicos, y (10) 39-Otras industrias manufactureras. Las industrias con una alta intensidad en cuanto a su inversión en ID son: (1) 382-Maquinaria no eléctrica, maquinaria de oficina y computación; (2) 383-Maquinaria eléctrica y equipo de comunicaciones; (3) 384-Equipo de transporte; (4) 385-Bienes profesionales; (5) 351/2-Sustancias químicas, fármacos y medicinas, y (6) 353/4-Refinerías y derivados del petróleo.

<sup>4</sup> La intensidad de la inversión en ID de las 16 industrias que corresponden a los códigos ISIC 32, 33, 34, 31, 371, 381, 36, 355, 372, 39, 351, 353, 382, 385, 383 y 384 son, en términos porcentuales: 0.4, 0.6, 0.7, 0.8, 1.1, 1.3, 1.8, 2.2, 2.4, 2.8, 7.9, 8.1, 8.1, 11.0, 11.6 y 18.5, respectivamente (las industrias con una alta intensidad en cuanto a su inversión en ID y su grado de intensidad se presentan en cursivas). La intensidad de la ID promedio del grupo de "alta" intensidad es de 10.9%, mientras que la del grupo de intensidad "baja" es de 1.4% (con desviaciones estándar de 3.6 y 0.9%, respectivamente), es decir, el grupo de intensidad "alta" tiene una inversión en ID 8 veces mayor que el grupo de intensidad "baja". Suponiendo una distribución normal, la hipótesis de que cualquiera de las industrias del grupo de países que tienen una intensidad "alta" de inversión en ID pertenezca al grupo de intensidad "baja" se rechaza al nivel de significación de 1 por ciento.

<sup>5</sup> Los 15 países miembros de la OCDE son: Alemania, Australia, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Irlanda, Italia, Japón, Noruega, los Países Bajos, el Reino Unido y Suecia.

abarcen todos los gastos de negocios intramuros, convertidos a dólares y posteriormente deflacionados con base en deflacionadores del PIB estadounidense (1990 = 100). El acervo acumulativo de ID proviene de los flujos de ID deflacionados mediante el modelo de inventario perpetuo con una tasa de depreciación de 10 por ciento.

Las matrices de insumo-producto, invariables en el tiempo, específicas por país de los 25 países en desarrollo están tomadas del GTAP. Para cada país-industria-año, las ponderaciones (proporción correspondiente a la apertura bilateral, importaciones/valor agregado) están tomadas de la base de datos del Banco Mundial “comercio y producción” (Nicita y Olarreaga, 2001). Los datos comerciales se recabaron a nivel de 4 dígitos y los de insumo/producto a nivel de 3 dígitos para el periodo 1976-2005, y ambos se agregaron a niveles de 2 y 3 dígitos para darles congruencia respecto a los datos de la ID (16 industrias).

La medida de la educación que se empleó es la proporción de la población de 25 años de edad en adelante que terminó la educación media. Estos datos se obtuvieron del conjunto de datos de Barro y Lee (2005), mismo que contiene promedios a cinco años del periodo 1960-2005.

En cuanto a la gobernabilidad, empleamos un promedio de seis medidas.<sup>6</sup> Estas se agregaron a partir de una base de datos compuesta por cientos de variables y van de -2.5 al +2.5 (Kaufmann, Kraay y Zoido Lobatón, 1999, 2009). El rango es menor en nuestra muestra porque excluye los países industrializados y una buena parte de los países en desarrollo.

### III. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN

Antes de presentar los resultados es necesario hacer hincapié en un punto importante. Como se observa en los cuadros 1 y 2, tenemos tres variables continuas: la educación ( $E$ ), la gobernabilidad ( $G$ ) y el logaritmo de ID extranjera ( $\ln NRD$ ), así como dos variables ficticias: DR (para las industrias

<sup>6</sup> La primera medida es “voz y rendición de cuentas”, que es una medida de la apertura del proceso político, las libertades civiles y los derechos políticos; la segunda mide la “inestabilidad política y la violencia”; la tercera mide la “eficacia del gobierno” e incluye la independencia de la función pública respecto a las presiones políticas y la credibilidad del compromiso de los gobiernos para con sus políticas; la cuarta es la “carga regulatoria” e incluye la incidencia de los controles de precios y las percepciones de cargas provenientes de regulaciones excesivas en el comercio y los negocios; la quinta es el “estado de derecho”, que incluye la obligatoriedad de los contratos, la incidencia del crimen y la eficacia del poder judicial, y la sexta son los “sobornos” y mide la percepción de la corrupción.



CUADRO 1. *Efecto del comercio, la ID extranjera, la educación y la gobernabilidad en la PTF logarítmica en ALC<sup>a</sup>*

<i>Variables</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>lnNRD</i>	0.248 (7.40)***	0.264 (6.39)***
<i>lnNRD*DALC</i>	-0.221 (-4.46)***	-0.243 (-6.06)***
<i>lnNRD*DR</i>		0.081 (2.11)**
<i>lnNRD*DR*DALC</i>		0.028 (3.87)***
<i>E</i>	4.592 (2.76)***	3.988 (2.51)**
<i>E*DALC</i>	12.301 (3.50)***	11.641 (3.85)***
<i>G</i>	0.656 (3.11)***	0.658 (3.21)***
<i>G*DALC</i>	2.579 (1.93)*	4.478 (3.50)***
<i>R<sup>2</sup> ajustado</i>	0.24	0.25
<i>Observaciones</i>	6 948	6 948

<sup>a</sup> Las cifras entre paréntesis son estadístico *t*. \*\*\*, \*\* y \* denotan significación al nivel de 1, 5 y 10%, respectivamente. No se presenta los resultados de la regresión para las variables ficticias de país, año e industria, ni la constante. La *NRD* es la ID extranjera relacionada con el comercio con el Norte. *DR* = 1 para las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID y *DR* = 0 para las industrias poco intensivas en cuanto a su inversión en ID. *DALC* = 1 para los países de la América Latina y el Caribe y *DALC* = 0 para los países que no pertenecen a la región de ALC. *E* es la eficiencia terminal en la educación media para la población de 25 años de edad en adelante. *G* es el promedio de los seis indicadores de gobernabilidad descritos en la sección II.

intensivas en cuanto a su inversión en ID) y *DALC* (para los países de América Latina y el Caribe). El cuadro 1 incluye ocho variables, a saber *E*, *G*, *lnNRD* y su interacción con algunas de las variables ficticias. Por otra parte, el cuadro 2 incluye 16 variables, con ocho términos de interacción adicionales. Se excluyeron de la estimación un cierto número de variables adicionales (*DR* y *DAL*), así como sus términos de interacción. Esto se debió a que tenían una correlación sumamente alta con algunas de las variables incluidas en las regresiones.<sup>7</sup> Dadas estas correlaciones, intentamos distintas ecuacio-

<sup>7</sup> Por ejemplo,  $\text{corr}(G*DR*DALC, \ln NR D * G * DR * DALC) = 0.998$ ,  $\text{corr}(E*DR*DALC, \ln NR D * E * DR * DALC) = 0.998$ ,  $\text{corr}(E*DR, \ln NR D * E * DR) = 0.996$ ,  $\text{corr}(G*DALC, E * G * DALC) = 0.944$ ,  $\text{corr}(E, \ln NR D * E) = 0.990$ ,  $\text{corr}(G, \ln NR D * G) = 0.996$ ,  $\text{corr}(G*DR, \ln NR D * G * DR) = 0.997$ ,  $\text{corr}(G*DALC, \ln NR D * E * G * ALC) = 0.942$  y  $\text{corr}(E*DALC, \ln NR D * E * DALC) = 0.996$ .

CUADRO 2. *Determinantes de la PTF logarítmica en ALC con efectos de interacción<sup>a</sup>*

<i>Variables</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>lnNRD</i>	0.264 (6.00)***	0.277 (6.32)***	0.272 (3.21)***
<i>lnNRD*DALC</i>	-0.242 (-5.20)***	-0.234 (-5.12)***	-0.236 (-4.33)***
<i>lnNRD*DR</i>	0.105 (2.38)**	0.098 (2.34)**	0.094 (1.19)
<i>lnNRD*DR*DALC</i>	-0.001 (-0.06)	0.026 (3.02)***	0.043 (2.44)**
<i>E</i>	5.553 (3.68)***	5.414 (3.68)***	3.474 (1.56)
<i>E*DALC</i>	13.275 (3.43)***	13.547 (3.51)***	15.655 (3.71)***
<i>lnNRD*DR*E</i>	-0.060 (-1.42)		
<i>lnNRD*DR*E*DALC</i>	0.284 (2.14)**		
<i>G</i>	0.686 (2.61)**	0.796 (3.12)***	0.062 (0.16)
<i>G*DALC</i>	2.108 (1.57)	2.715 (1.99)**	4.331 (2.82)***
<i>G*DR*DALC</i>			.952 (2.42)**
<i>lnNRD*DR*G</i>		-0.012 (-2.73)***	
<i>lnNRD*DR*G*DALC</i>		0.038 (2.86)***	
<i>E*G</i>			8.692 (3.60)***
<i>lnNRD*DR*E*G</i>			-0.073 (-1.19)
<i>lnNRD*DR*E*G*DALC</i>			0.314 (2.89)***
<i>R<sup>2</sup> ajustado</i>	0.25	0.25	0.25
<i>Observaciones</i>	6 948	6 948	6 948

<sup>a</sup> Las cifras entre paréntesis son estadísticos *t*. \*\*\*, \*\* y \* denotan significación al nivel de 1, 5 y 10%, respectivamente. No se presenta los resultados de la regresión para las variables ficticias de país, año e industria, ni la constante. La *NRD* es la ID extranjera relacionada con el comercio con el Norte. *DR* = 1 para las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID y *DR* = 0 para las industrias poco intensivas en cuanto a su inversión en ID. *DALC* = 1 para los países de la América Latina y el Caribe y *DALC* = 0 para los países que no pertenecen a la región de ALC. *E* es la eficiencia terminal en la educación media para la población de 25 años de edad en adelante. *G* es el promedio de los seis indicadores de gobernabilidad descritos en la sección II.

nes de regresión y los mejores resultados de la estimación se presentan en los cuadros 1 y 2.

El cuadro 1 presenta los resultados generales de la estimación junto con los de ALC. La columna 1 muestra que la elasticidad de la PTF respecto a la ID extranjera para las industrias con una intensidad baja en cuanto a su inversión en ID es positiva, reducida y no significativa. La elasticidad de la PTF respecto a la *NRD* para los países en desarrollo que no forman parte de la región de ALC es de 0.248, mientras que para la región de ALC es de 0.027 ( $0.248 - 0.221$ ). La columna 2 muestra que la elasticidad para las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID (0.130) es mayor que para las industrias con una intensidad baja en cuanto a su inversión en ID (0.021) y sucede lo mismo en el caso de los países en desarrollo que no pertenecen a la región de ALC, en donde la elasticidad de las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID es igual a  $0.345 > 0.264$ .

La elasticidad de la educación de la PTF es mayor para ALC que para otros países en desarrollo (columna 1), con un valor de 16.9 ( $= 4.6 + 12.3$ ) para ALC y 4.6 para los demás países. Se obtiene resultados similares para la gobernabilidad, con una elasticidad de aproximadamente 3.2 en ALC y 0.7 para países que no pertenecen a la región de ALC.

La columna 2 muestra resultados similares para la educación y la gobernabilidad. Estos resultados indican que el efecto en la PTF de la difusión de la tecnología relacionada con el comercio entre el Norte y el Sur (la educación y gobernabilidad del Sur) es menor (mayor) en ALC que en los países que no pertenecen a esta región —la difusión de la tecnología se define en la ecuación (1)—. Esto sugiere la posibilidad de que existan mayores efectos de interacción en ALC que en otros países en desarrollo, y que las variables de educación y gobernabilidad capten algunos de los efectos de la ID extranjera. Estos efectos de interacción potenciales se analizan en el cuadro 2.

### 1. *La interacción con la educación*

En la columna 1 del cuadro 2 la educación interactúa con la ID extranjera en las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID para el caso de los países que no pertenecen a la región de ALC ( $\ln NRD * DR * E$ ) y los que sí ( $\ln NRD * DR * DALC * E$ ). El efecto de interacción de los países que no pertenecen a la región de ALC es negativa ( $-0.060$ ) pero no significativa, mientras que el efecto de interacción para los países de esta región es de

0.224 (0.284 - 0.060) y significativa al 5%. Por consiguiente, el efecto de interacción entre la ID y la educación es positivo en las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID, mas no en los países que no pertenecen a esta región.<sup>8</sup>

¿Qué consecuencias tiene esto para el efecto de la educación en la PTF de ALC? Un aumento de un punto porcentual en la educación aumenta la PTF en 5.55% en las industrias con baja intensidad de inversión en ID. Por lo que respecta a las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID, también tenemos un efecto de interacción de  $\partial \ln PTF / \partial E = 5.55 + 0.224 (\ln NRD * DR * DALC)$ . El valor promedio de esta última variable para las industrias de ALC con alta intensidad de inversión en ID es de 25 (un poco mayor que en el resto de la muestra). Por tanto, el efecto de interacción es igual a 5.60. De tal manera que el efecto total en la PTF de un aumento de un punto porcentual en la educación es de 11.15 o el doble del efecto para las industrias con baja intensidad de inversión en ID.

De hecho, la diferencia entre ambos efectos podría ser incluso mayor. La razón es que la educación y la PTF tienen efectos que se refuerzan mutuamente en las industrias con una intensa inversión en ID, lo cual sugiere la posibilidad de un ciclo de crecimiento virtuoso en ALC. El mecanismo es el siguiente: un aumento en la educación incrementa la PTF en todas las industrias pero aumenta 100% más la PTF de las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID debido al efecto de interacción. El aumento relativo en la productividad de las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID incrementa la demanda de mano de obra calificada, que se emplea de manera intensiva en estas industrias y que es un complemento de la tecnología.<sup>9</sup> Esto lleva a mayores inversiones (posiblemente privadas) en educación, un aumento en la PTF de las industrias con una alta intensidad de inversión en ID en relación con las industrias poco intensivas en cuanto a su inversión en ID, un aumento en la demanda de mano de obra calificada y así sucesivamente.

Un aumento en la apertura incrementa la ID extranjera (*NRD*). En el

<sup>8</sup> También pusimos a prueba los efectos de interacción entre la educación y la ID extranjera para las industrias poco intensivas en cuanto a su inversión en ID, pero resultaron no ser significativos, lo cual no es de sorprender. La educación refleja la capacidad del país de ALC para absorber el conocimiento del Norte y transformarlo en mayor productividad, y la capacidad de absorción es claramente más importante en las industrias intensivas en cuanto a la inversión en ID que en las que no lo son.

<sup>9</sup> En el caso de los Estados Unidos, Abowd *et al* (2007) encuentran un efecto positivo sólido de los aumentos en la tecnología en la demanda de trabajadores calificados.

caso de las industrias intensivas en cuanto a ID de ALC, la ID extranjera ( $\ln NRD*DR*DALC$ ) interactúa de manera positiva con la educación, con un efecto en la PTF de 0.224. Esto sugiere que el efecto positivo de la educación en la PTF en las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID aumenta según el grado de apertura, y lo mismo sucede con el efecto en la PTF en el ciclo virtuoso de crecimiento. Por tanto, la importancia cuantitativa del ciclo virtuoso de crecimiento descrito líneas arriba aumenta con la apertura. Por ejemplo, si la apertura (digamos) se duplica de manera uniforme en todas las industrias que son intensivas en cuanto a su inversión en ID, de todos los países de ALC, el efecto de interacción de la educación en la PTF también se duplica.

Hasta ahora, hemos encontrado que en el caso de los países de ALC la educación y los conocimientos tecnológicos provenientes del extranjero (medidos según los acervos de ID) se refuerzan mutuamente respecto a sus efectos en la PTF en las industrias que hacen una intensa inversión en ID. En segundo lugar, a partir de la construcción de ID extranjera, los resultados para ALC sugieren que la educación y la apertura también se refuerzan mutuamente respecto a su efecto en la PTF de las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID.

En tercer lugar, estos resultados sugieren que la educación puede tener un efecto permanente en el crecimiento de la PTF en las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID, incluso en ausencia de un ciclo virtuoso de crecimiento. Hasta ahora hemos soslayado el crecimiento de los acervo de ID en la OCDE. A medida que los acervos de ID de los países de la OCDE aumentan con el tiempo, la ID extranjera en todas las industrias, incluyendo las de ALC que hacen una intensa inversión en ID ( $NRD*DR*DALC$ ), aumenta también. Suponemos que la ID extranjera aumenta a una tasa continua de 5% anual debido al incremento en los acervos de ID de la OCDE. Este aumento de 10% en  $NRD*DR*DALC$  tiene un efecto en el crecimiento de la PTF igual al 0.05 de  $0.224*E$  o  $0.0112*E$ . Por consiguiente, la tasa de crecimiento de la PTF en las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID aumenta con la educación, con un incremento en la escolaridad de un año en un país con un promedio de seis años de educación (con un aumento del 16.7% en la educación, lo cual sube el crecimiento de la PTF en 0.167% anual). Dicho de otra manera, el crecimiento del conocimiento en el Norte se traduce en mayores tasas de crecimiento en las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su

inversión en ID cuando la capacidad de absorción (es decir, la escolaridad) en ALC es mayor.

¿Qué tan acusado es el efecto de interacción para cada uno de los países de ALC? El efecto de interacción es igual a  $0.224 * (\ln NRD * DR * DALC * E)$  y el efecto total de la educación en la PTF es igual a  $5.55E$  para las industrias con baja intensidad de inversión en ID, y es de  $11.15E$  para las industrias con alta intensidad de inversión en ID. Este efecto varía según el país, de acuerdo con la variación en los conocimientos extranjeros ( $NRD$ ) y la educación ( $E$ ). El promedio de  $\ln NRD$  (promediado según el tiempo y las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID) varía muy poco entre los países de ALC, a diferencia de lo que sucede con la escolaridad promedio. La eficiencia terminal en la educación media para 1998 va desde las cifras más bajas que corresponden a Guatemala con el 2.53%, 4.33% para Venezuela, 6.20% para Bolivia, 7.97% para Ecuador y 8.43% para Colombia, hasta las cifras más altas que corresponden a Trinidad y Tobago con 12.33%, 12.93% para México, 15.0% para Chile y 16.2% para Panamá.

A partir de los valores de la educación y  $\ln NRD$  podemos derivar el efecto específico por país de la educación, tanto para las industrias con baja intensidad de inversión en ID como para las que son intensivas en este rubro. Estos valores se presentan en el cuadro 3. Como se observa, el efecto total de la educación en la PTF va desde los niveles más bajos de 27.4% en Guatemala y 46.0% en Venezuela para industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID hasta el extremo opuesto, con 162% para Chile y 180.2% para Panamá, con las diferencias de corte transversal entre países determinadas esencialmente mediante la diferencia en la escolaridad. El efecto promedio de la educación en la PTF en las industrias de ALC con intensidad baja (alta) en cuanto a su inversión en ID es de 55% (104%). Por tanto, el efecto promedio de la educación en la PTF en las industrias poco intensivas en cuanto a su inversión en ID es de poco más de la mitad (53%) del efecto en las industrias intensivas en ID.

Asimismo, para una tasa de crecimiento de la  $NRD$  dada, el efecto de un aumento de un punto porcentual en la educación en la tasa de crecimiento de la PTF para las industrias con una inversión intensa en ID es casi igual en todos los países de ALC. Sin embargo, un aumento de un punto porcentual en la escolaridad implica un incremento proporcional mucho mayor para algunos países que para otros. Por ejemplo, genera un aumento de 39.5% en Guatemala, mientras que da por resultado un aumento de 6.2% en el caso

CUADRO 3. *Efecto de la educación en la PTF<sup>a</sup>*  
(Porcentaje)

	(1) <i>Industria con baja intensidad de inversión en ID</i>	(2) <i>efecto de interacción con DR</i>	(3) = (1) + (2) <i>Industrias intensivas en ID</i>
Bolivia	35.3	33.6	68.9
Chile	86.4	75.6	162.0
Colombia	48.5	41.1	89.6
Ecuador	46.4	41.0	87.4
Guatemala	14.4	13.0	27.4
México	74.2	65.3	139.5
Panamá	94.0	86.2	180.2
Trinidad y Tobago	71.6	64.5	136.1
Venezuela	25.0	21.0	46.0
Promedio	55.0	49.1	104.1

<sup>a</sup> El efecto en la PTF proviene de un aumento de un punto porcentual en la escolaridad.

de Panamá. Suponiendo que todos los países de ALC aumentaran su escolaridad en 1% en lugar de un punto porcentual, el efecto en la tasa de crecimiento de la PTF —suponiendo que la *NRD* de las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID aumente 10% anual— sería de 0.05% para Guatemala, 0.09% para Venezuela, 0.13% para Bolivia, 0.16% para Ecuador, 0.17% para Colombia, 0.25% para Trinidad y Tobago, 0.27% para México, 0.31% para Chile y 0.33% para Panamá. Estos efectos pueden parecer pequeños, pero cabe destacar que son efectos permanentes del crecimiento de la productividad y debido a la educación pueden aumentar en más de 1% con el tiempo.

## 2. *La interacción con la gobernabilidad*

Ahora pasamos a la columna 2. Esta columna es similar a la columna 1, salvo por el hecho de que los efectos de interacción se refieren a la gobernabilidad y no a la educación. La gobernabilidad tiene un efecto directo positivo y estadísticamente significativo en la PTF. También interactúa de manera positiva y significativa con los conocimientos extranjeros en las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID, con un coeficiente igual a 0.015 (0.033 – 0.018).

El efecto de la gobernabilidad en la PTF en las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID es  $\partial \ln PTF / \partial G = 0.798 +$

$0.015\ln NRD * DR * DALC$ . Con un valor promedio para  $\ln NRD$  en las industrias de ALC con una alta intensidad de inversión en ID igual a 25 y poca variación entre países, el efecto es igual a  $0.798 + 0.375 * DR * DALC$ . El rango entre el valor más bajo y el más alto en el índice de gobernabilidad es de 1.378 (véase líneas abajo). Supongamos que un país aumentara su índice de gobernabilidad en 0.1 (aproximadamente 7% del rango entre el valor más bajo y el más alto), el efecto sería un aumento de 8% (0.0798) en la PTF para las industrias con baja intensidad de inversión en ID y de 12% (0.1173) en la PTF de las industrias que son intensivas en cuanto a su inversión en ID.

El índice de la calidad de la gobernabilidad en ALC oscila de  $-0.504$  en Guatemala,  $-0.408$  en Colombia,  $-0.369$  en Venezuela,  $-0.321$  en Ecuador,  $-0.071$  en México, a  $0.018$  en Bolivia,  $0.115$  en Panamá,  $0.589$  en Trinidad y Tobago y  $0.874$  en Chile. Si Guatemala aumentara la calidad de su gobernabilidad para igualar la de Chile (es decir, en 1.378), su PTF aumentaría en 1.10 ( $=0.798 * 1.378$ ) o 110% en las industrias con baja intensidad de inversión en ID y 1.62 ( $= (0.798 + 0.375) * 1.378$ ) o 162% en las industrias que son intensivas en cuanto a su inversión en ID.

Nótese que aquí también se presenta un ciclo virtuoso de crecimiento. Un aumento en la gobernabilidad —es decir, una mejora en la calidad de la misma— aumenta la PTF en todas las industrias, aunque esto es más acusado en las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID. Una mayor productividad aumenta el valor de la buena gobernabilidad (incluyendo el estado de derecho —la obligatoriedad de los contratos, el respeto por los derechos de la propiedad, la incidencia del crimen, la eficacia del poder judicial—, la estabilidad política, la credibilidad de los compromisos de políticas y la incidencia de la corrupción). Cuanto más grandes sean los beneficios de una buena gobernabilidad, mayores serán la demanda de gobernabilidad y su nivel de equilibrio. Esto tiene un mayor efecto positivo en la PTF, lo que genera un mayor aumento en la demanda de gobernabilidad, y así sucesivamente. Nótese también que este ciclo virtuoso de crecimiento es más sólido en las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID.

### 3. *La interacción tanto con la educación como con la gobernabilidad*

Ahora pasamos a la combinación de los efectos de la educación y la gobernabilidad. La columna 3 muestra el efecto de interacción de las tres variables (educación, gobernabilidad e ID extranjera) para las industrias de ALC



que son intensivas en cuanto a su inversión en ID. Una vez más, los resultados en la educación y la gobernabilidad que se presentaron anteriormente se mantienen, y el efecto de interacción es igual a 0.241.

Sorprendentemente, el efecto de la interacción de la educación y la gobernabilidad en las industrias que son intensivas en cuanto a su inversión en ID es la suma de los efectos de interacción individuales de la educación y la gobernabilidad en las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID, tanto en el caso de los países que no pertenecen a la región de ALC ( $-0.0604 - 0.0123 = -0.073$ ) como en el de los que sí ( $0.2243 + 0.0263 = 0.241$ ). El hecho de que el efecto de interacción de la educación y la gobernabilidad en la PTF de las industrias que hacen una intensa inversión en ID sea mayor que el efecto individual de cualquiera de las variables es una confirmación significativa de la importancia de las dos variables y del hecho de que cada una de ellas refuerza el efecto de la otra. Lo más sorprendente es que el efecto de interacción resulta ser la suma exacta de los efectos individuales de las dos variables.

Por tanto, los resultados de la regresión anterior llevan a la sugerencia adicional de que los aumentos tanto en la educación como en la gobernabilidad tienen efectos permanentes en el crecimiento de la PTF y que se refuerzan mutuamente. Asimismo, los ciclos virtuosos de crecimiento también se refuerzan mutuamente. Otra consecuencia es que, al menos en lo que concierne a las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID, reformas simultáneas (y por ende, coordinadas) de las políticas que generan mejoras en la educación, la gobernabilidad y el comercio fomentan el crecimiento de la PTF de los países en desarrollo hasta un punto que no podría lograrse mediante reformas de políticas que afecten sólo a una o dos de las tres variables de políticas.

## CONCLUSIONES

El presente artículo se enfoca en la difusión de la tecnología relacionada con el comercio, la educación y la gobernabilidad, así como su efecto en el crecimiento de la productividad en la América Latina y el Caribe, con un análisis realizado por industria. Se obtuvieron los siguientes resultados.

La difusión de la tecnología relacionada con el comercio entre el Norte y el Sur (ID extranjera) tiene un efecto positivo acusado en la PTF de los países que no pertenecen a la región de ALC, mas no en la PTF de los países

que sí pertenecen a dicha región. Además, encontramos que la educación y la gobernabilidad tienen un efecto positivo en la PTF que es mucho mayor en los países de ALC que en los países que no pertenecen a esta región. En conjunto, la presencia de un efecto menor en la PTF de la ID extranjera y de un efecto mayor de la educación y la gobernabilidad sugiere que existen efectos de interacción entre el primero y el segundo.

Asimismo, tanto la educación como la gobernabilidad tienen un efecto de interacción positivo con las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID extranjera, mas no en los países que no pertenecen a la región. Esto sugiere que un aumento en la educación o la gobernabilidad aumenta el crecimiento de la PTF en las industrias de ALC que hacen una intensa inversión en ID, y que este efecto es mayor cuanto más abierta sea la economía. Estos resultados sugieren la presencia de varios ciclos virtuosos de crecimiento respecto a la educación, la gobernabilidad y la apertura en las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID, como se describe a continuación.

i) El capital humano y la ID son complementos de la producción. Por tanto, las industrias que son intensivas en cuanto a su inversión en ID tienen también a ser intensivas en cuanto a capital humano. Dado que un incremento en la educación aumenta la PTF en las industrias que hacen una intensa inversión en ID comparativamente con las industrias que no son intensivas en cuanto a su inversión en ID, podemos concluir que el aumento en el rendimiento de la escolaridad en las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID es relativamente mayor. Esto aumenta el incentivo para adquirir mayores estudios, lo cual incrementa otra vez la PTF de las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID en términos absolutos, así como en comparación con las industrias que no son intensivas en cuanto a su inversión en ID, cosa que de nuevo aumenta el incentivo para formarse académicamente, etc., y liberar la economía respecto al comercio.

ii) Un segundo ciclo virtuoso se asocia con el hecho de que un aumento en la educación  $E$  incrementa el rendimiento de la  $NRD$  en las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID [ $dPTF/dNRD = a + b \cdot E$  ( $b > 0$ ) aumenta con  $E$ ] y por consiguiente aumenta el incentivo para adquirir más  $NRD$ . Dado que la  $NRD$  se define como la suma ponderada de los acervos de ID de los socios comerciales de un país, una manera de aumentarla es por medio de una mayor apertura comercial, es decir, por medio de la liberación del comercio. Por tanto, aumenta el incentivo a abrir la economía.

La apertura al comercio aumenta el rendimiento de la escolaridad en las industrias que son intensivas en cuanto a su inversión en ID, lo cual sirve como incentivo para adquirir más educación, lo que nuevamente aumenta el rendimiento de la apertura en dichas industrias, y los aumentos tanto en  $E$  como en la apertura incrementan la PTF, lo que nuevamente aumenta los incentivos para adquirir más de ellos, etc. Adviértase que el incentivo para mejorar la gobernabilidad aumenta junto con los incrementos en la apertura y la escolaridad.

iii) El primer y segundo ciclos virtuosos, que se mantienen para los aumentos en la escolaridad, también se mantienen para las mejoras en la gobernabilidad (aumentos en  $G$ ) y para los aumentos en el producto de la educación y la gobernabilidad ( $E^*G$ ) a medida que el incremento en una de las dos variables aumenta el efecto de la otra variable en la PTF.

iv) Los ciclos virtuosos también pueden generarse mediante un aumento inicial en el grado de apertura que incrementa el efecto en la PTF de  $E$ ,  $G$  y  $E^*G$  en las industrias de ALC que son intensivas en cuanto a su inversión en ID. Dicho de otra manera, cualquier aumento en  $E^*G^*NRD$ . Un aumento en la apertura genera un aumento en la  $NRD$ , pero sucede lo mismo con un aumento en los acervos de ID de los socios comerciales de un país.

v) Nótese también que los ciclos virtuosos de crecimiento pueden generarse mediante fuerzas exógenas, como un aumento en la tasa de crecimiento de la ID en los países con los que se tiene un intercambio comercial.

Por tanto, el capital humano, la gobernabilidad, la ID y la apertura se complementan, sobre todo para la región de ALC, y una mejora en cualquiera de estas variables (un aumento en el acervo de ID de los socios comerciales desarrollados, en la apertura, el capital humano o la gobernabilidad) aumenta el incentivo para mejorar las demás, ya sea de manera individual (capital humano) o mediante las reformas de políticas en la educación, el comercio y la gobernabilidad. Y los efectos de interacción entre la educación, la gobernabilidad y la  $NRD$ , particularmente en las industrias intensivas en cuanto a su inversión en ID, aumenta todavía más el incentivo para adquirir más estudios.

¿Qué hay de los círculos viciosos? Es importante destacar que los efectos reforzadores de la educación, la gobernabilidad y el comercio también funcionan en la dirección contraria. Por ejemplo, un país afectado por un choque económico negativo, como una reducción en sus términos de intercambio, podría decidir reducir sus importaciones mediante la intensificación de las barreras a la importación. Esto generaría una reducción en

la *NRD*, misma que debido a los efectos de interacción, probablemente reduciría el efecto positivo de la educación y la gobernabilidad y, por consiguiente, reduciría el incentivo a invertir en estos factores. Por tanto, la PTF probablemente declinaría más de lo esperado al tomar en cuenta sólo el efecto de la variable analizada, lo que potencialmente generaría círculos viciosos. Nótese que el crecimiento de la PTF también podría declinar si los países con quienes se tienen relaciones comerciales sufrieran un choque negativo que redujera su inversión en ID, lo cual disminuiría la tasa de crecimiento de sus acervos de ID.

Desde la perspectiva de las políticas, los resultados del presente artículo sugieren que las autoridades de los países de ALC tienen un incentivo adicional para invertir en educación debido a su efecto tanto directo como indirecto (mediante los efectos de interacción) en el crecimiento de la PTF, particularmente en las industrias que son intensivas en cuanto a su inversión en ID. De manera similar, las autoridades tienen un incentivo adicional para mejorar la gobernabilidad y abrir la economía. Dados todos los efectos de interacción positivos entre la educación, la gobernabilidad y la apertura, los países de ALC ganarían más si las autoridades aumentaran las tres variables de políticas de manera simultánea.

Los ciclos virtuosos también se obtienen mediante aumentos en los acervos de ID de los socios comerciales de los países de ALC. Por tanto, es probable que el efecto de crecimiento de la PTF en la apertura sea mayor para un aumento en la apertura con los socios comerciales que estén tecnológicamente más avanzados (que tengan mayores acervos de ID) que con los socios comerciales que estén rezagados en cuanto a su tecnología (que tengan bajos acervos de ID). Por consiguiente, desde el punto de vista de la difusión de la tecnología y el crecimiento de la productividad, parece ser más provechoso que los países de ALC firmen acuerdos comerciales regionales entre Norte y Sur que entre los mismos países del Sur, ya que es probable que los primeros generen mayores flujos internacionales de conocimientos tecnológicos que estos últimos (Schiff y Wang, 2006).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abowd, John M., J. Altiwanger, J. Lane, K. McKinney y K. Sandusky (2007), "Technology and the Demand for Skill: An Analysis of Within and Between Firm Differences", Artículo de Discusión de la IZA núm. 2707.

- Barrow, Robert J., y J. Lee (2005), "International Data on Educational Attainment: Updates and Implications", Artículo de Trabajo del CID, Universidad de Harvard.
- Coe, David T., y E. Helpman (1995), "International R&D Spillovers", *European Economic Review*, 39 (5), pp. 859-887.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y A. W. Hoffmaister (1997), "North-South R&D Spillovers", *Economic Journal* 107, pp. 134-149.
- Grossman, M. Gene, y E. Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, Massachusetts, Londres, The MIT Press.
- GTAP (2003), *Global Trade, Assistance, and Protection: The GTAP Data Base*, Center for Global Trade Analysis, Universidad de Purdue.
- Kaufmann, Daniel, A. Kraay y P. Zoido Lobatón (1999), "Aggregating Governance Indicators", Artículo de Trabajo de Investigación en Políticas del Banco Mundial núm. 2195, Washington, Banco Mundial ([www.worldbank.org/wbi/governance](http://www.worldbank.org/wbi/governance)).
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y M. Mastruzzi (2009), "Governance Matters: Aggregate and Individual Governance Indicators, 1996-2008", Artículo de Trabajo de Investigación en Políticas del Banco Mundial núm. 4978, Washington, Banco Mundial ([www.worldbank.org/wbi/governance](http://www.worldbank.org/wbi/governance)).
- Lumenga Neso, Olivier, M. Olarreaga y M. Schiff (2005), "On 'Indirect' Trade-Related Research and Development Spillovers", *European Economic Review*, 49 (7), páginas 1785-1798.
- Nicita, Alessandro, y M. Olarreaga (2001), "Trade and Production, 1976-99", Artículo de Trabajo de investigación en Políticas del Banco Mundial núm. 2701, Washington, Banco Mundial ([www.worldbank.org/research/trade](http://www.worldbank.org/research/trade)).
- Schiff, Maurice, y Y. Wang (2006), "North-South and South-South Trade-Related Technology Diffusion: An Industry-Level Analysis", *Canadian Journal of Economics*, 39 (3).