

Emparejamiento tecnológico y convergencia en América Latina

LORENZO ESCOT MANGAS

MIGUEL ANGEL GALINDO MARTIN*

En los últimos decenios el análisis del crecimiento ha cobrado especial importancia por diversos motivos. Destacan los nuevos aportes y planteamientos teóricos que enriquecen la toma de decisiones para incidir en el crecimiento económico, en particular por la endogeneización del progreso técnico y el análisis de la competencia imperfecta, el examen de la productividad y la transmisión tecnológica en los países de la OCDE y su comparación con lo que ocurre en los países asiáticos,¹ y por la mejor información estadística disponible que ha permitido ampliar las comparaciones empíricas que, a su vez, han hecho posible conocer con mayor rigor los factores que influyen en el crecimiento económico.

En ese ámbito, los teóricos del crecimiento se han centrado en el análisis de la convergencia entre los países y en la búsqueda de los elementos que la paralizan o la favorecen. En este sentido, se considera que el proceso de transmisión de tecnología es uno de los aspectos que mayores beneficios podría aportar para el desarrollo de los países más atrasados, al hacer factible su convergencia con los más adelantados.

Asimismo, es preciso considerar las posibilidades que ofrecen los procesos de integración económica, como el TLCAN y el Mercosur. Todo ello podría acercar las posiciones de los países entre sí y reducir las divergencias de lo que Abramovitz denomina capacidad social (*social capability*) que afectaría en cierta medida la transmisión tecnológica.

1. B. Van Ark y N. Crafts, "Catch-up, Convergence and the Sources of Post-war European Growth: Introduction and Overview", en B. Van Ark y N. Crafts, *Quantitative Aspects of Post-war European Economic Growth*, Cambridge University Press, Cambridge, 1996, p. 1.

* Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid.

El objetivo de este trabajo es analizar el proceso de emparejamiento o *catch-up* (difusión internacional de tecnología) en los países latinoamericanos. En primer término se examina el significado de ese proceso para efectuar, mediante un modelo de crecimiento de corte neoclásico, las estimaciones empíricas. Al final se destacan las conclusiones más relevantes en lo que concierne a la política económica.

EL PROCESO DE EMPAREJAMIENTO TECNOLÓGICO

La transmisión de la tecnología ha desempeñado un papel muy destacado en el crecimiento económico de los países y en los procesos de convergencia. En este sentido, se debe considerar la existencia de un país, denominado líder, que genera la tecnología, y otros países, seguidores, que la captan, la imitan y la incorporan a sus procesos productivos. Por tanto, hay que partir de cierta diferencia en lo que se refiere a la capacidad tecnológica entre líder y seguidor, que gracias a la transmisión internacional se reducirá paulatinamente. Como es lógico, los países seguidores deben tener, a su vez, la capacidad suficiente para asimilar e incorporar la nueva tecnología. Por ello, siguiendo a Abramovitz, debe tomarse en cuenta la capacidad social (*social capability*),² esto es, los factores socioeconómicos referentes al nivel educativo de la población, la organización empresarial, el comportamiento de las instituciones, el grado de apertura internacional, etc., que pueden condicionar la incorporación de la nueva tecnología.

2. M. Abramovitz, "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind", *Journal of Economic History*, vol. 46, núm. 2, junio de 1986, pp. 385-406.

Por otro lado, de acuerdo con la hipótesis del emparejamiento, la difusión internacional de la tecnología afecta de manera positiva los procesos productivos del país seguidor que la incorpora, lo que en definitiva entraña que este último crecerá más rápidamente que el líder, posibilitando su convergencia.

Para completar la perspectiva del proceso de emparejamiento se recurrirá al modelo³ en el que el nivel tecnológico de una economía (A) presenta la siguiente relación con el nivel de tecnología transferido desde el exterior (D) y con el creado dentro de ella (N):

$$A = D^c \cdot N^e \quad (1)$$

donde c y e representan las respectivas elasticidades.

Si se expresa [1] en términos de tasas de crecimiento se obtendría:

$$\frac{\dot{A}}{A} = c \frac{\dot{D}}{D} + e \frac{\dot{N}}{N} \quad (2)$$

La difusión internacional de la tecnología se puede expresar de la siguiente forma:

$$\frac{\dot{D}}{D} = m \left(1 - \frac{A_s}{A_l} \right) \quad (3)$$

el parámetro m recoge la capacidad social de Abramovitz⁴ y los subíndices l y s significan líder y seguidor, respectivamente.

Considerando el progreso técnico creado en el interior como

3. Aquí se sigue básicamente uno de los trabajos pioneros en la modelización del proceso de difusión tecnológica, el de R.P. Nelson y E.S. Phelps, "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth", *American Economic Review*, vol. 56, núm. 2, mayo de 1966, pp. 69-75, combinado con la especificación del proceso de difusión relativa de J. Fagerberg, "Why Growth Rates Differ", en G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg y L. Soete (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres, 1988, pp.432-457. Las conclusiones sobre la dinámica del proceso de difusión tecnológica son, sin embargo, las mismas a las que arribaron Nelson y Phelps. Véase también L. Escot y M.A. Galindo, "Procesos de convergencia y *catch-up* tecnológico", de próxima publicación, para un desarrollo de algunos de los aspectos analizados.

4. Para un desarrollo de este concepto veáanse los trabajos de R.P. Nelson y E.S. Phelps, *op. cit.*; B. Horvat, "Welfare and the Common Man in Various Countries", *World Development*, vol. 2, núm. 7, 1974, pp. 29-39; T. Findlay, "Relative Backwardness, Direct Foreign Investment, and the Transfer of Technology: A Simple Dynamic Model", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 92, núm. 1, febrero de 1976, pp. 1-16; C. Pérez y L. Soete, "Catching up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity", en G. Dosi *et al.* (eds.), *op. cit.*, pp. 458-479, y G. Dosi y S. Fabiani, "Convergence and Divergence in the Long-term Growth of Open Economies", en G. Silverberg y L. Soete, *The Economics of Growth and Technical Change. Technologies, Nations, Agents*, Edward Elgar, Aldershot, 1994, pp. 119-153.



El proceso de transmisión de tecnología es uno de los aspectos que mayores beneficios podría aportar para el desarrollo de los países más atrasados, al hacer factible su convergencia

una variable exógena,⁵ el ritmo de progreso técnico del país seguidor estará dado por las ecuaciones 2 y 3, cumpliéndose que:

$$\frac{\dot{A}_s}{A_s} = cm \left(1 - \frac{A_s}{A_l} \right) + ex_s \quad (4)$$

Por otra parte, el progreso técnico del país líder estará dado por:

$$\frac{\dot{A}_l}{A_l} = ex_l \quad (5)$$

Con base en estas expresiones se comprueba que la tasa de progreso técnico en el país seguidor es decreciente con respecto a la razón A_s/A_l , ya que cuanto menor sea el nivel tecnológico con respecto al del líder, mayor será la posibilidad de imitar o adquirir tecnología. Por otro lado, hay que tener presente que el proceso de emparejamiento tecnológico se encuentra auto-

5. Lo que implica, en definitiva, que la acumulación de tecnología propia depende del propio nivel de tecnología en cada momento ($\dot{N}/N = x$).

limitado y el nivel tecnológico relativo del país seguidor converge a largo plazo a la razón:

$$\left(\frac{\dot{A}_s}{A_s}\right)^* = 1 - \frac{e(x_l - x_s)}{cm}$$

y ya que

$$1 \geq \frac{A_s}{A_l} > 0,$$

entonces:

$$cm \geq e(x_l - x_s)$$

Lo expuesto hasta el momento indica que a medida que el país seguidor incorpora tecnología captada del país líder, aumentará su nivel tecnológico relativo hasta que en cierto momento el progreso tecnológico de ambos países es el mismo, alcanzándose así el estado estacionario:

$$\left(\frac{\dot{A}_s}{A_s}\right)^* = \left(\frac{\dot{A}_l}{A_l}\right)^* = ex_l \quad (6)$$

Una vez expuestas las características esenciales del emparejamiento tecnológico, se incorporará al modelo de crecimiento neoclásico.

EL EMPAREJAMIENTO EN LOS MODELOS DE CRECIMIENTO

El modelo de Solow y Swan es el más representativo en la aportación neoclásica del crecimiento.⁶ Se introducirá el progreso técnico neutral, en el sentido de Harrod, en la función de producción del tipo Cobb-Douglas, de manera que la producción de cada país i será:

$$Y_{it} = (A_{it} L_{it})^\alpha K_{it}^\beta$$

$$Y_{it} = (A_{it} L_{it})^{(\alpha+\beta)} \frac{K_{it}^\beta}{(A_{it} L_{it})^\beta}$$

donde se suponen rendimientos constantes a escala, $\alpha + \beta = 1$,

6. R.M. Solow, "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, núm. 1, 1956, pp. 65-94, y T.W. Swan, "Economic Growth and Capital Accumulation", *Economic Record*, núm. 32, 1956, pp. 334-361.

y rendimientos decrecientes para el capital, $\beta < 1$, y siendo K_t los factores productivos susceptibles de ser acumulados (capital físico, capital humano, ...); L_t los factores productivos que no pueden ser acumulados (trabajo, tierra, energía, ...) y cuya tasa de crecimiento se supone que es constante y exógena, $\dot{L}/L = n$; Y_t , el producto homogéneo que se puede consumir o ahorrar (se supone que el producto no consumido se transforma automáticamente en K_t); A es el nivel de tecnología y s la proporción de la renta que se destina al ahorro, que se supone constante.⁷

Si se deciden ambas partes de la igualdad por L se obtiene la expresión para la renta per cápita:

$$\frac{Y_{it}}{L_{it}} = A_{it}^{(\alpha+\beta)} L_{it}^{(\alpha+\beta-1)} k_{it}^\beta$$

donde $k=K/(AL)$, es decir, capital por trabajador, medido en unidades de eficiencia. Si ahora se consideran los supuestos sobre los rendimientos constantes a escala, la expresión anterior se escribirá de la siguiente forma:

$$y_{it} = A_{it} k_{it}^\beta$$

con lo que la dinámica de la renta per cápita vendrá dada por:⁸

$$\frac{\dot{y}_{it}}{y_{it}} = \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} + \beta \frac{\dot{k}_{it}}{k_{it}} \quad (7)$$

es decir, por el progreso técnico de cada economía y por la dinámica del acervo de capital por trabajador eficiente.

Las ecuaciones 4 y 5 proporcionan la dinámica del progreso técnico en el que se ha introducido la hipótesis de emparejamiento tecnológico. Por su parte, el proceso de inversión, que utiliza el ahorro para acumular capital, se puede escribir:

$$S_{it} = s Y_{it} + I_{it} = \dot{K}_{it} + \delta K_{it}$$

$$\dot{K}_{it} = s Y_{it} - \delta K_{it}$$

donde δ es la tasa de depreciación. Derivando k_{it} respecto al tiempo, se tiene que

$$\dot{k}_{it} = \frac{\dot{K}_{it}}{A_{it} L_{it}} - k_{it} \left(\frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} + \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} \right)$$

7. A pesar de que la mayoría de los modelos de corte neoclásico parten del comportamiento optimizador de una función de utilidad intertemporal para determinar la tasa de ahorro, se considera que el supuesto sobre la tasa de ahorro constante aquí adoptado permite alcanzar de manera sencilla los objetivos propuestos en este trabajo.

8. Para encontrar la expresión en términos de tasas de crecimiento, basta con tomar logaritmos y derivar respecto al tiempo.

por lo que, al sustituir la acumulación de capital en esta expresión, la dinámica del acervo de capital por trabajador eficiente estará dada por:

$$\dot{k}_{it} = \frac{sy_{it}}{A_{it}} - k_{it} \left(\delta + \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} + \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} \right) = sk_{it}^\beta - k_{it} \left(\delta + \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} + \frac{\dot{L}_{it}}{L_{it}} \right)$$

De esta forma la tasa de crecimiento del capital por trabajador eficiente será:

$$\frac{\dot{k}_{it}}{k_{it}} = sk_{it}^{\beta-1} - \left(\delta + \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} + n \right) \tag{8}$$

Esta expresión indica que el acervo de capital por trabajador eficiente aumentará en el tiempo si el ahorro por trabajador es mayor que el necesario para mantener k constante en el tiempo, teniendo en cuenta los efectos negativos que ejercen en esta variable la depreciación del capital, el aumento del factor trabajo y el progreso técnico.

Dado que $\beta < 1$, la solución a largo plazo implica, por tanto, que:

$$k_s^* = k_l^* = \left(\frac{(\dot{A}/A)^* + n + \delta}{s} \right)^{\frac{1}{\beta-1}} \tag{9}$$

$$\left(\frac{\dot{k}_s}{k_s} \right) = \left(\frac{\dot{k}_l}{k_l} \right) = 0$$

Según estos resultados y conociendo que la dinámica de la renta per cápita según [7] viene dada por [4], [5] y [8], en el estado estacionario la renta per cápita de ambos países crece a la misma tasa, lo que significa que tanto líder como seguidor tienen la misma tasa de progreso técnico [6], y que, una vez alcanzado dicho estado, el acervo de capital por trabajador eficaz permanece constante en ambos según [9]:

$$\left(\frac{\dot{y}_l}{y_l} \right)^* = \left(\frac{\dot{y}_s}{y_s} \right)^* = ex_1$$

Es decir, aunque al principio el país seguidor crezca a una tasa más elevada que el líder, se produce una convergencia en términos de tasa de crecimiento. Igualmente, la dinámica hacia el estado estacionario supone que el país seguidor, con unos niveles menores de tecnología y de acervo de capital iniciales, crece más rápidamente, hasta alcanzar a largo plazo la convergencia en términos de capital por trabajador eficiente, de tecnología en términos relativos y de tasas de crecimiento de la renta per cápita.

Por otro lado, cuando existe difusión de tecnología, $m \neq 0$

($c \neq 0$), las tasas de progreso tecnológico para ambos países convergen, como se deriva de la ecuación 6, al igual que los niveles y las tasas de crecimiento del capital por trabajador (ecuación 9). Sin embargo, y siempre que $x_s \neq x_l$, es decir, que el país seguidor sea realmente un seguidor en cuanto a creación de tecnología, habrá un retraso tecnológico a largo plazo, $(A_s/A_l)^* < 1$, que sólo podrá reducirse si aumenta el parámetro m , es decir, si se eliminan todas las trabas a la difusión tecnológica. Por tanto, aunque el país seguidor va reduciendo la brecha que lo separa del líder gracias al mayor crecimiento de la renta per cápita, no la logra eliminar por completo. Aquella va a venir determinada, en concreto, por la brecha tecnológica de estado estacionario, ya que $(A_s/A_l)^* < 1$ y que $k_s^* = k_l^* = k^*$, entonces:

$$y_l^* = A_l^* k^{*\beta} > y_s^* = A_s^* k^{*\beta}$$

es decir, no hay convergencia en los niveles de renta per cápita.

Cuando no existe difusión de tecnología, es decir, $m = 0$ ($c = 0$) y siempre que $x_s \neq x_l$, se produce un proceso de divergencia tecnológica.⁹ Además, el acervo de capital por trabajador eficiente (k) tiende a un estado estacionario distinto ($k_s^* < k_l^*$), por lo que el modelo predice un proceso de divergencia en los niveles de renta per cápita (la tasa de crecimiento a largo plazo del líder es mayor que la del seguidor):

$$\left(\frac{\dot{y}_l}{y_l} \right)^* = ex_l > \left(\frac{\dot{y}_s}{y_s} \right)^* = ex_s$$

En este caso, dicha diferencia en las tasas de crecimiento sólo podría eliminarse con un aumento del progreso tecnológico autónomo del país seguidor.

ANÁLISIS EMPÍRICO

Para este análisis se tomó a los países del TLCAN y a los de América Latina, con base en los datos de Summers y Heston.¹⁰ Se consideraron 16 países¹¹ con información para el período 1965-1992.

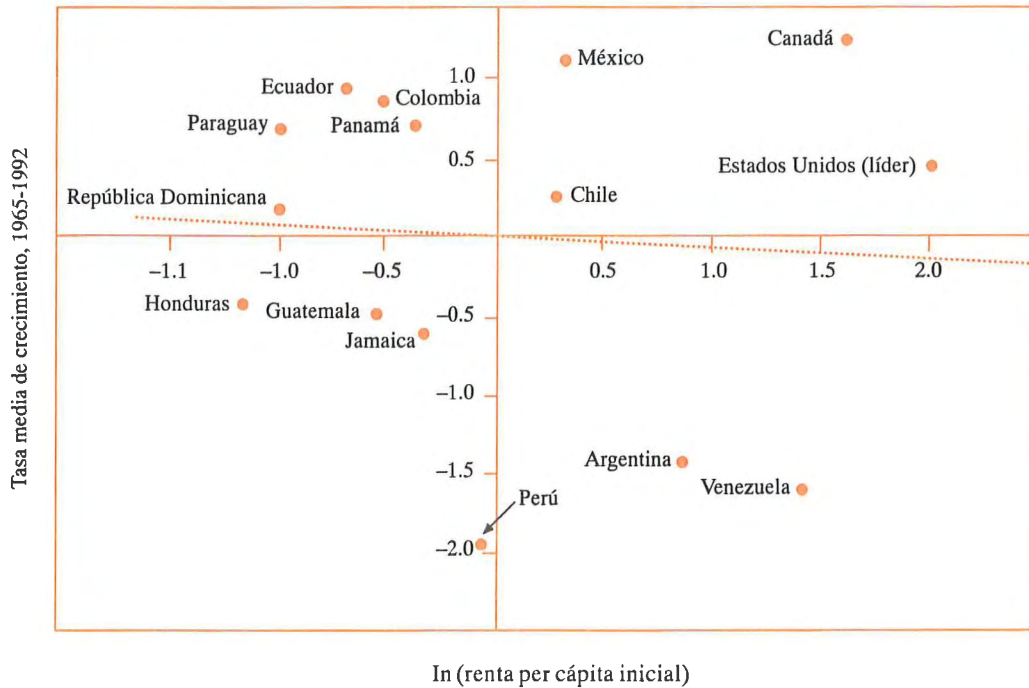
9. Lo cual significa, en definitiva, que se cumple:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{A_s}{A_l} \right)^* = 0$$

10. R. Summers y A. Heston, "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, núm. 2, mayo de 1991, pp. 327-368.

11. Se trata, en concreto, de Estados Unidos (al que se considera

CONVERGENCIA



El análisis tradicional de este modelo neoclásico, en el que se supone una transmisión automática e instantánea de tecnología, se sustituye por la estimación de la convergencia, es decir, el acercamiento en los niveles de renta entre países homogéneos.¹² La convergencia observada entre los países considerados se comprueba por la relación negativa entre los niveles de renta per cápita inicial y las tasas medias de crecimiento representadas en la figura. La convergencia se explica por la existencia de rendimientos decrecientes en los factores acumulables.

En el presente trabajo se ha mostrado que si se relaja el supuesto de difusión instantánea y automática de tecnología, haciéndolo un proceso gradual, se obtiene una segunda fuente de convergencia en el modelo neoclásico. Para estimar el aporte de cada uno de estos factores al proceso de convergencia entre los países de la muestra, se estimó una ecuación típica de convergencia que recoge, de acuerdo con las tesis defendidas por

líder), Canadá, México, República Dominicana, Guatemala, Honduras, Jamaica, Panamá, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela.

12. Análisis de este tipo se realizan en los artículos de R. Barro y X. Sala-i-Martin, "Convergence", *Journal of Political Economy*, vol. 100, núm. 2, 1992, pp. 223-251, y G. Mankiw, D. Romer y D. Weil, "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, núm. 107, mayo de 1992, pp. 407-437.

el modelo neoclásico, la correlación negativa entre el acervo de capital inicial y la tasa de crecimiento de la renta. Junto con esta relación se incluye un efecto positivo del retraso tecnológico en la tasa de crecimiento de la renta per cápita, como se desprende de la hipótesis de emparejamiento analizada.

Para llegar a la relación final que se desea estimar se parte de la tasa de crecimiento de la renta per cápita, la cual se puede expresar de la siguiente manera:

$$\frac{dlny_i}{dt} = \frac{dlnA_i}{dt} + \beta \frac{dlnk_i}{dt} = \frac{dln(A_i / A_l)}{dt} + \frac{dln(A_l)}{dt} + \beta \frac{dlnk_i}{dt}$$

Si se considera que la tasa de progreso tecnológico del país líder, $dln(A_l)/dt$, es una constante igual a ex_l (ecuación 5), y se realiza una aproximación log-lineal de $dln(A_i/A_l)/dt$ y $dlnk/dt$ en torno a los valores de estado estacionario, $ln(A_i/A_l)^*$ y $ln(k_i)^*$, respectivamente, se obtiene

$$\frac{dlny_i}{dt} \approx -\alpha \left[\ln\left(\frac{A_i}{A_l}\right) - \ln\left(\frac{A_i}{A_l}\right)^* \right] + ex_l - \rho \left[\ln(k_i) - \ln(k_i)^* \right]$$

donde se interpreta $\alpha = [cm - e(x_l - x_i)] > 0$ como el indicador de

convergencia tecnológica¹³ y $\rho = (1 - \beta)[(\dot{A}/A)^* + n + \delta]$ el indicador tradicional¹⁴ de convergencia derivado de los rendimientos decrecientes del capital. De esta forma, la ecuación que se estimó, si se considera la anterior expresión y los valores para el estado estacionario, será:¹⁵

$$\left(\frac{\dot{y}}{y}\right)_{t_0, T} = c - a \cdot \ln\left(\frac{A_i}{A_l}\right)_{t_0} - b \cdot \left[\ln(k_i)\right]_{t_0} + m \cdot \ln\left(\frac{ex_i + n + \delta}{s}\right) + u_i$$

donde los parámetros a y b recogen la convergencia en tecnología y capital, respectivamente, y donde se introduce una variable aleatoria u_i para recoger el error de ajuste.

Para llevar acabo la estimación se ha supuesto que $e = 1$ y, siguiendo a Mankiw, Romer y Weil,¹⁶ que $x_i = 0.02$ y $\delta = 0.03$. Los datos utilizados en el resto de las variables se han tomado de Summers y Heston¹⁷ para el período 1965-1992: la tasa de ahorro, s , se ha aproximado por el porcentaje medio del período que supone la inversión sobre el producto total, y la tasa de crecimiento de la población, n , como la media del período considerado.

13. Concretamente, es la tasa a la que cae la diferencia tecnológica relativa:

$$\frac{\left(\frac{A_i}{A_l}\right)^* - \left(\frac{A_i}{A_l}\right)_t}{\left(\frac{A_i}{A_l}\right)_t} = \frac{\left(\frac{A_i}{A_l}\right)^* - \left(\frac{A_i}{A_l}\right)_0}{\left(\frac{A_i}{A_l}\right)_0} \cdot \exp(-\alpha t)$$

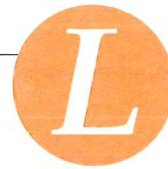
14. G. Mankiw, D. Romer y D. Weil, "A Contribution...", *op. cit.*, p. 422.

15. La verdadera ecuación que hay que estimar se deriva de la solución de las respectivas ecuaciones diferenciales, aproximando la tasa media de crecimiento como $d\ln(y)/dt \approx (\ln y_T - \ln y_0)/T$. De esta forma la ecuación a estimar sería:

$$\begin{aligned} \frac{\ln(y_i)_T - \ln(y_i)_0}{T} &= \frac{\ln(A_i/A_l)_T - \ln(A_i/A_l)_0}{T} + ex_i + \beta \frac{\ln(k_i)_T - \ln(k_i)_0}{T} = \\ &= ex_i + \frac{1 - \exp(-\alpha T)}{T} \ln(A_i/A_l)^* - \frac{1 - \exp(-\alpha T)}{T} \ln(A_i/A_l)_0 \\ &\quad + \beta \left[\frac{1 - \exp(\rho T)}{T} \ln(k_i)^* - \frac{1 - \exp(\rho T)}{T} \ln(k_i)_0 \right] = \\ &= ex_i + \frac{1 - \exp(-\alpha T)}{T} \ln\left(\frac{\alpha}{cm}\right)^* - \frac{1 - \exp(-\alpha T)}{T} \ln(A_i/A_l)_0 + \\ &\quad \frac{\beta}{(\beta - 1)} \frac{1 - \exp(-\rho T)}{T} \ln\left(\frac{ex_i + n + \delta}{s}\right) - \beta \frac{1 - \exp(-\rho T)}{T} \ln(k_i)_0 \end{aligned}$$

16. G. Mankiw, D. Romer y D. Weil, "A Contribution...", *op. cit.*, p. 413.

17. En esta estimación se ha utilizado la versión Mark 5.6.



La difusión

internacional de la tecnología afecta de manera positiva los procesos productivos del país seguidor que la incorpora, lo que en definitiva entraña que este último crecerá más rápidamente que el líder, posibilitando su convergencia

Para encontrar una *proxy* del nivel tecnológico en el instante inicial se procedió a estimar la función de producción propuesta en el modelo neoclásico para cada país, utilizando la serie temporal completa.¹⁸

Los resultados de la estimación se presentan en el cuadro, del cual se extraen las siguientes conclusiones: se comprobó que en la estimación por mínimos cuadrados ordinarios todos los parámetros muestran signo negativo, como era de esperar, lo que indica, en principio, cierto nivel de emparejamiento tecnológico junto a rendimientos decrecientes para el capital. Sin embargo, hay que resaltar que los parámetros estimados son muy poco significativos, lo que, junto al bajo valor alcanzado por la R^2 , parece indicar la omisión de variables en el modelo y que no hay una clara predisposición a la captación de tecnología foránea. Para completar esta estimación, en el cuadro se muestra la del modelo, con datos de panel. Los resultados evidencian la inexistencia de convergencia derivada del proceso de emparejamiento.

18. $\ln(y)_i = c_i + \beta_i \ln(k)_i + u_i$; $\ln(A)_0 = (c_i + u_{i0})/(\beta_i - 1)$.

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN SEGÚN EL MODELO NEOCLÁSICO,
POR PAÍS

Parámetro	Mínimos cuadrados ordinarios	Datos de panel con efectos fijos
-a	-0.004 (0.004)	0.003 (0.003)
-b	-0.003 (0.003)	-0.031 (0.003)
m	-0.011 (0.010)	-0.019 (0.005)
c	-0.054 (0.060)	-
c (Canadá)	-	0.222 (0.049)
c (República Dominicana)	-	0.158 (0.042)
c (Guatemala)	-	0.155 (0.043)
c (Honduras)	-	0.170 (0.040)
c (Jamaica)	-	0.158 (0.044)
c (México)	-	0.203 (0.044)
c (Panamá)	-	0.204 (0.044)
c (Estados Unidos)	-	0.215 (0.048)
c (Argentina)	-	0.168 (0.045)
c (Bolivia)	-	0.178 (0.041)
c (Chile)	-	0.179 (0.046)
c (Colombia)	-	0.206 (0.043)
c (Ecuador)	-	0.197 (0.045)
c (Paraguay)	-	0.099 (0.040)
c (Perú)	-	0.168 (0.044)
c (Venezuela)	-	0.197 (0.046)
R ²	0.168	-
Error estándar	0.0094	-

Como se observa en la figura, la convergencia entre los países analizados resulta muy débil, por lo que esta última estimación se explica únicamente por la existencia de rendimientos decrecientes en los factores acumulables.

Por tanto, parece que no se dan las condiciones adecuadas para la difusión de tecnología entre los países considerados, por lo

que la brecha entre los mismos, en términos de renta per cápita, no presenta indicios de eliminarse.

Para concluir puede señalarse que para ayudar al crecimiento y a la convergencia de estos países será necesario mejorar la capacidad social, es decir, hay que actuar sobre diferentes elementos de carácter estructural que abarcan desde la estabilidad política¹⁹ hasta los temas relacionados con las infraestructuras y el capital humano.

CONCLUSIONES

A lo largo del artículo se ha mostrado la importancia que tiene, desde el punto de vista teórico, el proceso de emparejamiento (*catch up*) a la hora de favorecer el crecimiento económico de los países menos desarrollados. El establecimiento de este mecanismo de difusión gradual de tecnología en el modelo de crecimiento neoclásico de Solow ha permitido obtener tres resultados importantes.

1) Como se deriva del modelo tradicional, el progreso tecnológico es la variable fundamental explicativa del crecimiento de las economías. Por otro lado, el emparejamiento permite a los países tecnológicamente más atrasados aprovechar las mejoras generadas en el exterior, facilitando de esta manera su desarrollo y la convergencia entre países en términos de tasas de crecimiento.

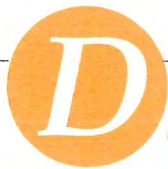
2) Como consecuencia de lo anterior, se ha observado que además de la existencia de rendimientos decrecientes para los factores acumulables, en este modelo el emparejamiento tecnológico constituye una segunda fuente de convergencia entre países.

3) Debido al retraso en la captación de esa tecnología foránea, que depende en gran medida de las posibilidades socioeconómicas características de cada país, es decir, de su capacidad social, las discrepancias tecnológicas iniciales entre los países disminuirán, aunque éstas no terminarán de desaparecer por completo. Se explica así la existencia de cierta brecha en términos de niveles de renta per cápita que sólo podrán reducirse mediante la mejora de dicha capacidad social.


El trabajo concluye con una estimación empírica para los países del TLCAN y otros de América Latina a fin de encontrar evidencia a favor de la convergencia entre los mismos y de intentar distinguir entre sus dos posibles fuentes, esto es, la existencia de un proceso de emparejamiento tecnológico, de un lado, y de rendimientos decrecientes para los factores acumulables, de otro.

Los resultados empíricos no dan pie a demasiado optimismo en cuanto al proceso de acercamiento entre estas economías, pues muestran que prácticamente no hay un proceso de difusión tecnológica y, por tanto, la incapacidad de los países más atrasados para beneficiarse de todas las ventajas que del mismo se

19. Esta conclusión concuerda con los trabajos recogidos en el libro de A. Kuman Bagchi (ed.), *Democracy and Development*, Macmillan, Londres, 1995.



Debido al retraso en la captación de la tecnología foránea, que depende en gran medida de las posibilidades socioeconómicas características de cada país, es decir, de su capacidad social, las discrepancias tecnológicas iniciales entre los países disminuirán, aunque éstas no terminarán de desaparecer por completo. Se explica así la existencia de cierta brecha en términos de niveles de renta per cápita

derivan. Por ello es probable que se trate de una zona geográfica en la que la gran diversidad de situaciones económicas, sociales y políticas pueden estar ejerciendo un efecto negativo importante en el proceso de crecimiento económico. Desde el punto de vista de la política económica, por tanto, los esfuerzos deben dirigirse a eliminar esas condiciones, es decir, a mejorar la capacidad social para así facilitar la mayor difusión y el emparejamiento tecnológico, y con ello, como se ha mostrado a lo largo del artículo, acelerar el proceso de crecimiento y convergencia entre los países integrantes de la misma. 

Bibliografía adicional

- Abramovitz, M., "Following and Leading", en H. Hanusch (ed.), *Evolutionary Economics. Applications of Schumpeter's Ideas*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988, pp. 323-341.
- , *Thinking About Growth and Other Essays on Economic Growth and Welfare*, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- , y P.A. David, "Convergence and Deferred Catch-up: Productivity Leadership and the Waning of American Exceptionalism", en R. Landau, T. Taylor y G. Wright (eds.), *The Mosaic of Economic Growth*, Stanford University Press, Stanford, 1996, pp. 21-62.
- Amable, B., "Endogenous Growth Theory, Convergence and Divergence", en G. Silverberg y L. Soete, *The Economics of Growth and Technical Change. Technologies, Nations, Agents*, Edward Elgar, Aldershot, 1994, pp. 20-44.
- Andrés, J., R. Doménech y C. Molinas, "Macroeconomic Performance and Convergence in OECD Countries", Documento de trabajo 96-02, Departamento de Análisis Económico, Universidad de Valencia, 1996.
- Barro, R.J., y X. Sala-i-Martin, *Economic Growth*, McGraw-Hill, Nueva York, 1995.
- Baumol, W., "Productivity Growth, Convergence and Welfare: What the Long-run Data-show", *American Economic Review*, vol. 76, núm. 5, 1986, pp. 1072-1085.
- De la Fuente, A., "Crecimiento y convergencia: un panorama selectivo de la evidencia empírica", *Cuadernos Económicos de ICE*, núm. 58, 1994, pp. 23-69.
- , "Inversión, 'catch-up' tecnológico y convergencia real", *Papeles de Economía Española*, núm. 63, 1995, pp. 18-34.
- Dowrick, S., y D.T. Nguyen, "OECD Comparative Economic Growth 1950-1985: Catch-up and Convergence", *American Economic Review*, vol. 70, núm. 5, diciembre de 1989, pp. 1010-1031.
- Gerschenkron, A., *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1962.
- Greiner, A., *Fiscal Policy and Economic Growth*, Aldershot, Avebury, 1996.
- Helliwell, J.F., y A. Chung, "Convergence and Growth Linkages Between North and South", en D. Vines y D. Currie (eds.), *North-South Linkages and International Macroeconomic Policy*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- Jones, L.E., y R.E. Manuelli, "Teoría del crecimiento endógeno: una introducción", *Cuadernos Económicos de ICE*, núm. 58, 1994, pp. 3-22.
- Ortiguera, S., y M. Santos, "On Convergence in Endogenous Growth Models", Working Paper 94-54, Economics Series 26, Universidad Carlos III de Madrid, diciembre de 1994.
- Sala-i-Martin, X., *Apuntes de crecimiento económico*, Antoni Bosch Editor, Barcelona, 1994.
- Veblen, Thorstein, *Imperial Germany and the Industrial Revolution*, Macmillan, Londres, 1915.
- Verspagen, B., "A New Empirical Approach to Catching up or Falling Behind", en *Estructural Change and Economics Dynamics*, núm. 2, 1991, pp. 359-380.
- Wolff, E., "Capital Formation and Productivity Convergence over the Long Term", *American Economic Review*, vol. 81, núm. 3, junio de 1991, pp. 565-579.