

# ESPECIALIZACIÓN, TECNOLOGÍA Y CRECIMIENTO EN EL MODELO

## RICARDIANO

Mario Cimoli \*  
Gabriel Porcile \*\*  
Luciana Rosas \*\*

\* CEPAL y Universidad de Venecia  
\*\* Departamento de Economía, Universidade Federal do Paraná e Investigador del CNPq  
\*\*\* Departamento de Economía, Universidade Federal do Paraná

### **Introducción**

En este artículo se propone un modelo Norte-Sur que permite estudiar como los cambios en la brecha tecnológica afectan la especialización y el crecimiento en la economía del Sur. Se toma como punto de partida los trabajos de Cimoli (1988) y Dosi *et al* (1990), quienes combinan el modelo ricardiano de especialización y comercio con el modelo keynesiano de crecimiento con restricción de balanza de pagos. La contribución del artículo consiste en proponer una nueva especificación para la influencia de la brecha sobre la especialización, y en discutir sus implicaciones para el análisis de los procesos de convergencia y divergencia internacional.

Posteriormente, se testean las predicciones del modelo por medio de un análisis *cross section* de los determinantes del crecimiento económico en los años noventa. Para ello, se utilizan indicadores recientemente propuestos por la literatura, tanto para la variable tecnológica (dimensión schumpeteriana) como para la que refleja el dinamismo del patrón de especialización (dimensión keynesiana). Para la primera, se utiliza el índice ArCo de capacidades tecnológicas, que permite realizar comparaciones entre las capacidades tecnológicas de los distintos países en distintos momentos del tiempo (Arrighi y Cocco, 2003). Por otro lado, los factores asociados al comportamiento de la demanda internacional en la ecuación del crecimiento son captados a través de la participación de los sectores dinámicos en la estructura de las exportaciones de cada país. Esta participación se obtuvo a partir de banco de datos del programa CAN de CEPAL.

El trabajo está organizado en tres secciones, además de la introducción y de los comentarios finales. En la primera sección se presenta una breve revisión de la literatura sobre los vínculos entre tecnología y crecimiento, en la segunda sección se presenta el modelo formal y en tercera sección se lo estima para los años noventa.

## **1. Tecnología y Crecimiento**

Existe un cierto consenso entre quienes estudian el crecimiento económico en torno a la idea de que la tasa de aumento de la productividad es clave para definir la tasa de crecimiento de largo plazo del producto de una cierta economía (Fagerberg, 2003). Más aún, la mayor parte de los economistas tiende a concordar con que la fuerza motriz por tras del aumento de la productividad es el aprendizaje tecnológico - la innovación y la difusión de tecnología hacia el conjunto del sistema económico (Fagerberg, 1994; Verspagen, 1993). Así, las marcadas diferencias que se observan en la economía internacional en términos de niveles de ingreso *per capita* y de bienestar entre países, está asociada a diferencias de productividad que, en última instancia, se explican por asimetrías en las capacidades tecnológicas. La importancia de estas asimetrías es tal, que algunos autores las consideran como la gran línea divisoria entre el mundo desarrollado y el mundo en desarrollo (Arocena y Sutz, 2003).

Al mismo tiempo, la tecnología no sólo afecta la tasa efectiva o potencial de aumento de la productividad, sino también el patrón de especialización, esto es, el número y el tipo de bienes que una cierta economía es capaz de producir competitivamente. Economías muy rezagadas tecnológicamente, y que no han tenido suerte en la “lotería de las *commodities*”, estarán propensas a tener su crecimiento limitado por la aparición recurrente de desequilibrios externos. En el caso de las economías en desarrollo, existe un vasto potencial inexplorado de recursos, en particular humanos, que la economía no utiliza, porque su escasa capacidad de importar les impone un techo a la inversión y al crecimiento (Prebisch, 1986; Ffrench-Davis, 2000; Rodríguez, 2002). Predominan, en este caso, restricciones de demanda, cuya contrapartida es el desempleo, o la persistencia del subempleo en sectores de subsistencia.

Estos aspectos (del lado de la oferta y la demanda) están en el centro de lo que podría llamarse la perspectiva keynesiano-schumpeteriana sobre especialización y

crecimiento, en gran medida convergente con la tradición estructuralista latino-americana. En apretada síntesis, el tipo de relación causal entre las variables sugerido por modelos de este tipo puede ser descrito como sigue:

- a) La competitividad auténtica - la capacidad de cada país de mantener o aumentar su participación en el mercado externo e interno, sin reducir el salario real de sus trabajadores (Fajnzylber, 1990) – es una función de la distancia del país con respecto a la frontera tecnológica, y de su capacidad de acortar esa distancia rápidamente. Cuando la brecha tecnológica es muy alta, el país rezagado sólo tendrá capacidad de producir un número limitado de bienes, aquellos de menor intensidad tecnológica, en condiciones de baja productividad relativa.
- b) Como en los sectores de baja intensidad tecnológica la productividad tiende a crecer menos que en los de más alta intensidad tecnológica, el tipo de especialización internacional que se deriva de (a) implica también un menor potencial de aprendizaje y de aumento de la productividad en el largo plazo.
- c) Si bien no es perfecta, existe una correlación entre intensidad tecnológica y dinamismo de la demanda internacional. Por esa razón, países rezagados tecnológicamente no sólo tiene menos oportunidades de aprendizaje e innovación, sino que también enfrentan una demanda menos dinámica por los bienes que producen. Como resultado, están expuestos a crisis recurrentes de balanza de pagos, las que reflejan la baja elasticidad ingreso de la demanda de sus exportaciones, frente a la alta elasticidad ingreso de su demanda de importaciones.
- d) El endeudamiento externo, en condiciones favorables de liquidez internacional, puede momentáneamente aliviar la restricción externa, pero ésta reaparece en el largo plazo. Es más, en la medida que los intereses y el principal de la deuda deben pagarse, es posible que la restricción reaparezca de forma aún más intensa, dando lugar a ciclos en los que el crecimiento impulsado por la deuda es seguido por un doloroso ajuste externo.

- e) El conjunto de los factores enumerados reduce el crecimiento efectivo de las economías periféricas e impide el pleno aprovechamiento de las oportunidades asociadas a los retornos crecientes y al aprendizaje en la inversión y la producción. Se generan así condiciones propicias para un escenario de divergencia internacional, esto es, un escenario en el cual la brecha del ingreso *per capita* de los países ricos y de los países pobres aumenta de forma persistente, así como la brecha del aprendizaje y de las capacidades tecnológicas.
- f) La posibilidad de reducir los salarios relativos en el Sur puede compensar hasta cierto punto el aumento de la brecha, generando un tipo de competitividad espuria. Sin embargo, cuando los diferenciales de productividad son muy elevados o aumentan en el tiempo, una estrategia basada exclusivamente en salarios bajos no puede sostenerse y reduce el bienestar en el largo plazo.

Existen varias maneras posibles de formalizar estas ideas, cada una de ellas con sus ventajas y desventajas. En este trabajo se adopta un cierto camino, el del modelo ricardiano de crecimiento y comercio, que tiene la gran ventaja de considerar, explícitamente, el impacto del progreso técnico sobre la diversificación de la estructura productiva y los cambios en el patrón de especialización. Eso permite analizar, de forma más rigurosa, los vínculos entre la brecha tecnológica y la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio externo.

## **2. Especialización, comercio y crecimiento económico: el modelo ricardiano**

### *2.1. Una Introducción al Modelo Ricardiano*

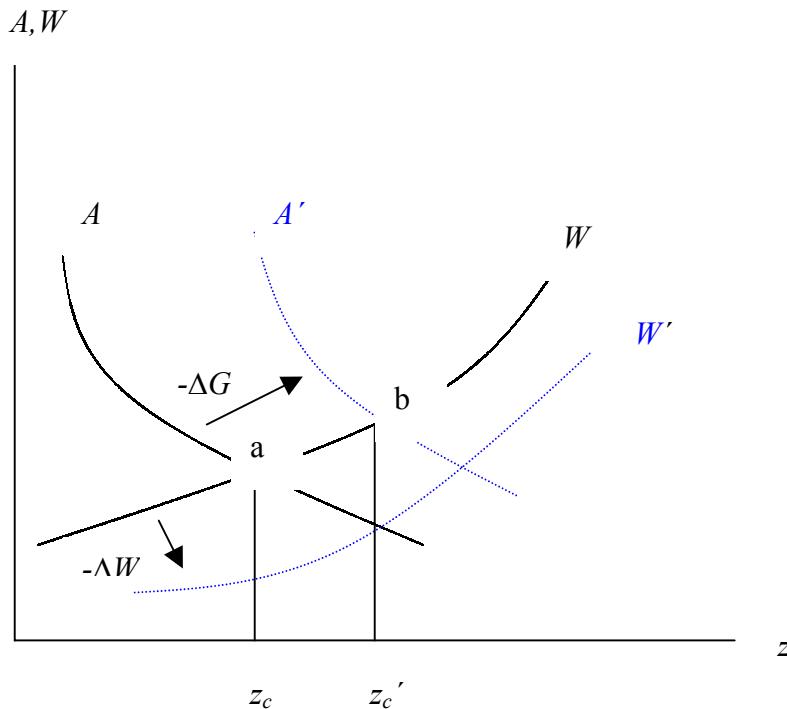
En esta sección se presenta brevemente el modelo ricardiano, originalmente propuesto por Dornbusch *et al* (1976). Existen en la economía mundial un continuo de bienes  $i = 0 \dots n$  y dos países, el Norte (centro) y el Sur (periferia). Se supone, además, que existe un solo factor de producción – el trabajo – y que cada bien  $i$  se produce con un número de horas de trabajo igual a  $a_i$  en el Sur y  $a^*_i$  en el Norte. La variable  $A_i = a^*_i/a_i$

representa la productividad relativa del Sur con respecto al Norte. Cuanto mayor  $A_i$ , mayor (menor) es la ventaja (desventaja) comparativa del Sur (ver figura 1). Es posible ordenar los bienes  $i$  desde cero hasta  $n$ , en una secuencia creciente con la ventaja comparativa del Norte, de modo que el bien número cero es aquél para el cual la ventaja comparativa del Sur es máxima, y el bien  $n$  es aquél para el cual la ventaja comparativa del Norte es máxima. Se define, además, una variable  $z = i/n$ , que puede adoptar valores entre 0 y 1, de manera que el bien  $z = 1$  será ahora el bien para el cual la ventaja comparativa del Norte es máxima.

La variable  $W = w/w^*$  representa el salario nominal relativo del Sur con respecto al del Norte. Esta relación aumenta con el número de bienes producidos en el Sur (suponiendo que las economías funcionan en una situación de pleno empleo), debido al efecto positivo que el aumento de la producción ejerce sobre la demanda de trabajo. Como las dos economías funcionan en condiciones de competencia perfecta y los precios se forman exclusivamente a partir de los costos unitarios del trabajo, el Sur producirá todos aquellos bienes para los cuales  $A > W$ .

Puede verse en la figura 1 que el Sur produce los bienes de cero hasta  $z_c$ , y el Norte produce los bienes restantes,  $(1-z_c)$ . Es fácil observar que cambios en la productividad relativa Norte-Sur se traducen en cambios de la posición de la curva  $A$ . Admitiendo que la productividad relativa es un reflejo de la brecha tecnológica, entonces la posición de la curva  $A$  será también una función de la brecha. Imagínese por un momento que el Sur reduce la brecha ( $-\Delta G$ , en la figura 1): la curva  $A$  se moverá hacia la derecha, hasta alcanzar la posición  $A'$ . Como resultado, el Sur habrá cambiado su patrón de inserción externa, siendo capaz de producir un conjunto mayor de bienes con un salario relativo más alto. Este proceso representa lo que Fajnzylber (1990) denominara un aumento de la competitividad auténtica – un aumento de la participación del Sur en los mercados externo e interno, acompañado de un aumento de los salarios reales.

**FIGURA 1. EL MODELO RICARDIANO**



Inversamente, una reducción del salario relativo ( $-\Delta W$ ) también permite diversificar la estructura productiva, al trasladar hacia abajo la curva  $W$ , pero ello ocurre a expensas de una reducción del salario real en el Sur (competitividad espiral, en la denominación dada por Fajnzylber). Debe observarse, además, que el impacto de un cambio en el salario relativo sobre la especialización depende de la inclinación de  $A$ . Si esta inclinación - el multiplicador de la brecha tecnológica (Cimoli, 1988) – no es muy alta, pequeños cambios en el salario relativo producen cambios significativos en la especialización. Inversamente, un alto valor del multiplicador de la brecha (una curva  $AA$  muy inclinada) implica que cambios en el salario no tendrán el poder de modificar substancialmente la competitividad externa de la economía.

Cambios en el patrón de especialización producen cambios transitorios en la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio externo y reducen la distancia entre los productos

del Norte y del Sur. Esto se aborda en la próxima sección, a través de un modelo sencillo, en que las relaciones entre las variables mencionadas (brecha tecnológica, salarios y crecimiento con equilibrio en la balanza de pagos) son exploradas de forma más rigurosa

## *2.2. Un modelo de especialización y crecimiento*

El modelo se divide en tres bloques. El primero describe como evoluciona la brecha en el tiempo y como se determina la brecha de equilibrio. El segundo combina la información sobre la brecha con la del mercado de trabajo, de tal forma que allí se definen la competitividad y la especialización. El tercer bloque se concentra sobre las tasas de crecimiento relativas del Norte y del Sur (o sea, la emergencia de procesos de convergencia o divergencia), tanto cuando la brecha esta en equilibrio como durante la dinámica de transición.

### *a. La brecha*

Se supone que la brecha de equilibrio se define a partir de un proceso simple de difusión de tecnología por imitación o *catching-up*. En este proceso, cuanto mayor es la brecha, mayor es la tasa de difusión de tecnología hacia el Sur y más rápido se reduce la distancia entre los polos del sistema Norte-Sur (Fagerberg, 1988). Así:

$$(1) \hat{G} = \rho - [\mu - \mu \left( \frac{T_s}{T_n} \right)] = \rho - \left[ \mu - \left( \frac{1}{G} \right) \right]$$

donde  $\hat{G} = \frac{\dot{G}}{G}$  es la tasa de crecimiento de la brecha tecnológica  $G = \frac{T_n}{T_s}$  en el tiempo,  $T_n$

es el acervo de conocimientos tecnológicos del Norte,  $T_s$  el acervo del Sur,  $\rho$  es la tasa de progreso técnico exógeno en el Norte y  $\mu$  un parámetro positivo que mide el esfuerzo del Sur por imitar las capacidades del Norte. De esta ecuación se obtiene el valor de equilibrio de la brecha tecnológica, que es el que iguala la tasa de crecimiento de la brecha en el tiempo a cero. Formalmente:

$$(2) \quad \frac{\dot{G}}{G} = 0 \Rightarrow G^* = \frac{\mu}{\mu - \rho}$$

Así, bajo el sencillo supuesto de una relación lineal directa entre brecha y difusión, la brecha de equilibrio puede ser encontrada como una función exclusivamente de los parámetros que representan el esfuerzo tecnológico en los dos polos.

*a. La productividad, los salarios y la diversificación*

Para encontrar la proporción de bienes producidos por la periferia, se parte de la ecuación de productividades relativas, definida como:

$$(3) \quad \frac{a^*(z)}{a(z)} = A(z) = \alpha - \beta G - bz$$

donde  $\alpha$ ,  $b$ , y  $\beta$  son parámetros positivos. Como la brecha contribuye a determinar el valor del intercepto de la curva  $A(z)$ , la ecuación (3) explicita el vínculo entre la brecha y la posición de esta curva.

Por otro lado, se asume que el salario nominal en el Sur y el Norte son constantes, lo que inmediatamente garantiza que el salario relativo Sur-Norte ( $w/w^*$ ) también lo sea (ecuación 4)<sup>1</sup>.

$$(4) \quad \frac{w}{w^*} = W = h$$

Este supuesto implica admitir que el mercado de trabajo de la periferia funciona à la Lewis, o sea, que hay un excedente de mano de obra en el sector rural o en el sector informal que puede ser rápidamente incorporado a la producción sin cambios en la tasa nominal de salario (siempre y cuando esta tasa represente un salario real superior al producto medio en el sector de subsistencia). Se asume, también, que el Sur es un país

---

<sup>1</sup> El salario real en cada país, sin embargo, puede estar cambiando, en función de los cambios en la productividad del trabajo y del precio de los bienes.

pequeño, y que por lo tanto, la expansión de sus exportaciones es incapaz de afectar significativamente el mercado de trabajo en el Norte<sup>2</sup>. Una forma simple de formalizar esa idea es considerar constantes el empleo y el producto nominal de la economía del Norte, de tal forma que en equilibrio su producto real crece a la misma tasa que la productividad del trabajo ( $\rho$ ). Dado que existe competencia perfecta en el mercado de bienes, el precio de los bienes producidos en el Norte y el Sur cae a una tasa igual a sus respectivas tasas de aumento de la productividad.

Bajo estos supuestos, igualando  $A(z) = W$ , se obtiene el número de bienes producidos en la periferia,  $z_c$ .

$$(5) z_c = \frac{\alpha - \beta G - h}{b}$$

¿Qué valores asume  $z_c$  cuando la brecha se encuentra estable (o sea, cuando  $G = G^*$  y por lo tanto  $\hat{G} = 0$ )? En este caso, la ecuación (5) puede escribirse como:

$$(5') z_c = \frac{(\alpha - h)(\mu - \rho) - \mu\beta}{(\mu - \rho)b}$$

Calculando la derivada parcial de (5') con relación a  $\mu$ , se comprueba que un aumento en el esfuerzo de imitación realizado por la periferia (aumento de  $\mu$ ) induce un aumento del valor crítico  $z_c$ <sup>3</sup>. Inversamente, un aumento de la tasa de innovación en el

<sup>2</sup> Como los principales mercados son los del Norte, este supuesto parece razonable. Sin embargo, ello no implica que la economía del Norte no pueda ser afectada por la del Sur en otros aspectos. Como se verá más adelante, en la medida que los bienes del Sur son parte de la cesta de consumo de los trabajadores del Norte, la tasa de inflación en el Sur puede afectar el producto real y el bienestar del Norte.

<sup>3</sup> La derivada parcial de (5') con relación a  $\mu$  es igual a  $\frac{\beta\rho}{(\mu - \rho)^2 b}$ , un número que es, sin ambigüedad,

positivo. También es fácil comprobar que la derivada parcial de  $z_c$  con relación a la brecha de equilibrio  $G^*$  es igual a  $\frac{-\beta}{b}$ , lo que confirma la relación inversa entre la brecha de equilibrio y la diversificación productiva del Sur.

centro (si no es seguida por un esfuerzo mayor de *catching up*, esto es, por una respuesta activa de la periferia que redunde en una elevación de  $\mu$ ), se traduce en un valor menor de  $z_c$ , la proporción de bienes cuya producción se localiza en la periferia. Finalmente, cuanto mayor es la velocidad  $b$  con que aumenta el diferencial de productividad a medida que se diversifica la economía, menor será también el valor de  $z_c$ .

### *c. El equilibrio en balanza de pagos*

Se supone ahora que los consumidores gastan un porcentaje exactamente igual de sus ingresos en cada uno de los bienes producidos. Si la periferia produce hasta el bien  $z_c$ , inclusive, entonces las ventas en el mercado externo (exportaciones del Sur) serán iguales al ingreso nominal del Norte ( $y^*$ ) multiplicado por  $z_c$  (Obstfeld y Rogoff, 1996, p.240). De la misma forma, como la participación de los bienes producidos por la periferia en el gasto total de sus propios consumidores es  $z_c$ , las ventas en el mercado interno serán iguales al ingreso nominal del Sur ( $y$ ) multiplicado por  $z_c$ , y las importaciones serán iguales a ese mismo ingreso multiplicado por  $(1 - z_c)$ .

Con tasa de cambio fija e igual a la unidad, el equilibrio en cuenta corriente exige que  $(1 - z_c)y = z_c y^*$ . Si hay entrada líquida de capitales (por ejemplo, en un montante  $c$ ), es necesario considerar el equilibrio en balanza de pagos, que puede escribirse como:  $(1 - z_c)y = z_c y^* + c$ . La ecuación (6) abajo proporciona el nivel del ingreso nominal en la periferia consistente con el equilibrio externo. Se comprueba que las exportaciones de la periferia dependen del número de bienes que la periferia produce y del ingreso de la economía mundial, mientras que sus importaciones dependen del número de bienes que el centro produce, de su propio ingreso y de la entrada líquida de divisas ( $c$ ).

$$(6) \quad y = \frac{z_c}{1 - z_c} y^* + \frac{c}{1 - z_c}$$

Suponiendo  $c = 0$ , substituyendo (5) en (6), y expresando el resultado en términos del nivel del producto nominal relativo Sur-Norte consistente con el equilibrio externo en los dos polos, se obtiene:

$$(7) \frac{y}{y^*} = \frac{u(G)}{b - u(G)}$$

donde  $u(G) = \alpha - \beta G - h$ . La derivada parcial de (7) con respecto a  $G$  es igual a:

$$\frac{\partial(y/y^*)}{\partial G} = \frac{-b\beta}{(b - u(G))^2},$$

lo que muestra el impacto negativo del aumento de la brecha tecnológica sobre el ingreso relativo con equilibrio externo. También es fácil ver en (6) que los ingresos nominales del Norte y del Sur solamente serán iguales cuando  $z_c = \frac{1}{2}$ , es decir, cuando la producción de los bienes se distribuye por mitades en los dos polos del sistema.

#### *d. Convergencia y divergencia*

Si se calcula la derivada de la ecuación (7) (que no considera los movimientos de capital) con relación al tiempo se obtiene:

$$(8) \frac{\dot{y}}{y^*} (\hat{y} - \hat{y}^*) = \frac{-b\beta \dot{G}}{(b - u(G))^2}$$

Las variables con acento circunflejo indican tasas proporcionales de crecimiento (*i.e.*  $\hat{y} = \dot{y}/y$ ). La ecuación (8) muestra que la tasa de crecimiento del ingreso nominal del Sur será menor que la del Norte cuando aumenta la brecha tecnológica. Inversamente, una reducción de la brecha ( $\dot{G} < 0$ ) conlleva una tasa proporcional de crecimiento mayor del Sur frente a la del Norte ( $(\hat{y} - \hat{y}^*) > 0$ ).

Una expresión más simple, que ofrece la misma idea en términos de la tasa de crecimiento de  $z_c$  (la proporción de bienes producidos por la periferia), es la siguiente:

$$(9) \hat{y} - \hat{y}^* = \frac{\hat{z}_c}{1 - z_c}$$

Naturalmente, interesa sobre todo observar lo que ocurre con los ingresos reales, y no sólo con los ingresos nominales. La ecuación (10) describe la evolución de la diferencia entre las tasas proporcionales del crecimiento del ingreso real del Sur y del Norte, donde  $p$  y  $p^*$  representan el nivel de precios en el Sur y del Norte, respectivamente (como siempre, el acento circunflejo indica tasas proporcionales de crecimiento). Obsérvese, sin embargo, que bajo los supuestos de competencia perfecta y de idénticas cestas de consumo de los trabajadores, la tasa de inflación será la misma en los dos países. Ello implica que la tasa de convergencia del ingreso nominal es la misma que la del ingreso real ( $y_R$  en el Sur e  $y^*_R$  en el Norte), como se indica en la ecuación (10').

$$(10) \hat{y}_R - \hat{y}^*_R = \frac{\hat{z}_c}{1-z} + (\hat{p}^* - \hat{p})$$

$$(10') \hat{y}_R - \hat{y}^*_R = \hat{y} - \hat{y}^* = \frac{\hat{z}_c}{1-z_c} \text{ (con } \hat{p} = \hat{p}^*)$$

Así, variaciones de la brecha tienen como resultado directo procesos reales de convergencia o de divergencia internacional, según sea el signo de esta variación (negativo o positivo, respectivamente). Obsérvese que la ecuación (10') relaciona directamente la tasa de convergencia con los cambios en el patrón de especialización del Sur (que a su vez dependen de los cambios en la brecha).

Los gráficos 2a-2d permiten visualizar el efecto sobre la brecha, la especialización y el crecimiento de un aumento del esfuerzo de imitación del Sur, que se expresa a través de la elevación del parámetro  $\mu$  de la ecuación de difusión de tecnología (ecuación 1).

**Gráficos 2a –2d: Efectos de aumento del esfuerzo de aprendizaje en el Sur ( $\mu$ )**

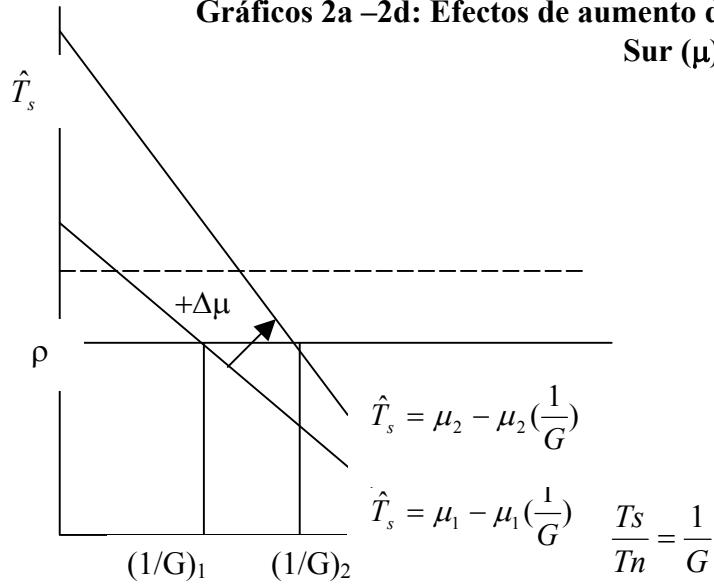


Gráfico 2a

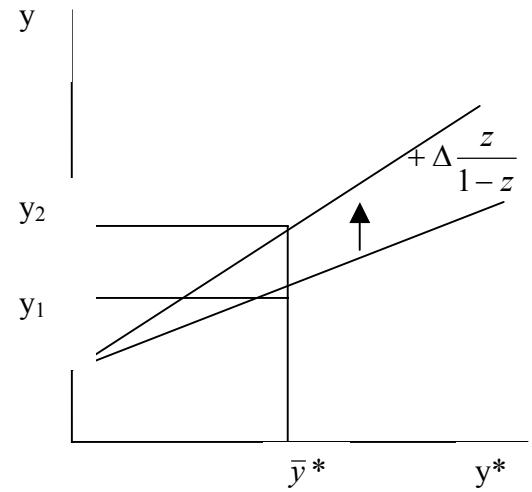


Gráfico 2c

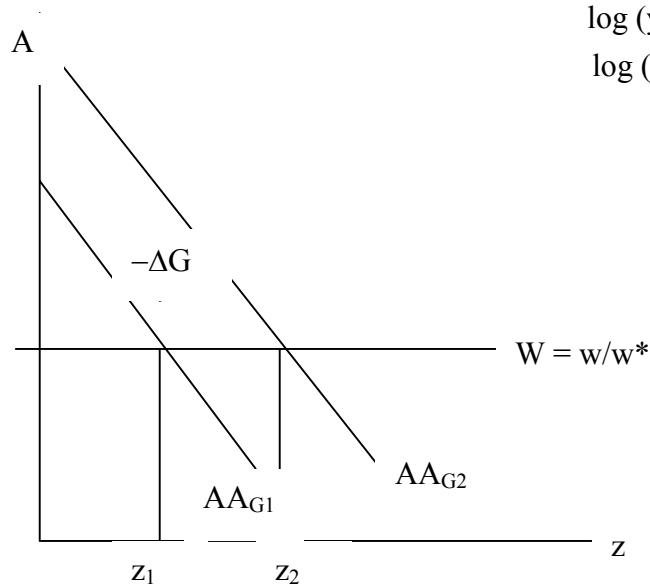


Gráfico 2b

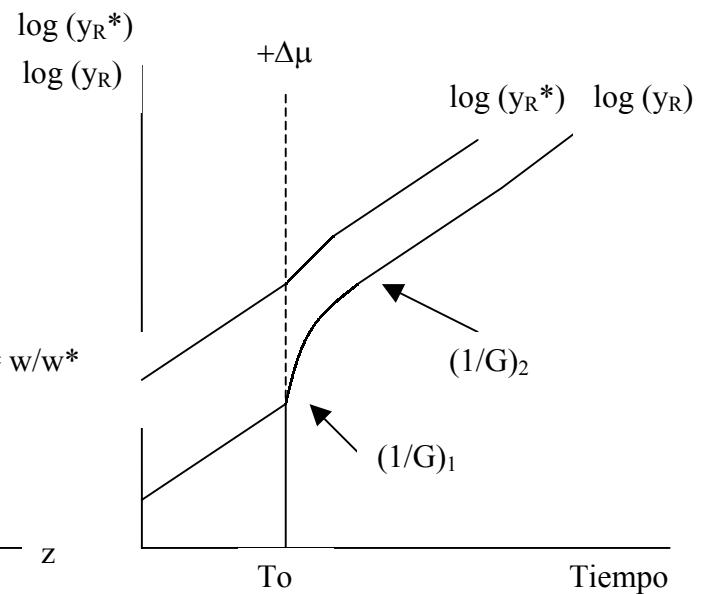


Gráfico 2d

El gráfico 2a muestra lo que ocurre en el ámbito tecnológico. El aumento del esfuerzo de aprendizaje (de  $\mu_1$  para  $\mu_2$ ) en el Sur provoca un aumento del intercepto y de la inclinación de la curva  $\hat{T}_S$ , con la consiguiente reducción de la brecha de equilibrio, de  $G_1$  para  $G_2$ . Esto a su vez produce un traslado de la curva AA (que es una función de  $G$ , de  $AA_{G1}$  para  $AA_{G2}$ ) y un aumento del número de bienes producidos en el Sur, de  $z_1$  para  $z_2$  (gráfico 2b). El cambio en el valor de  $z$  implica que ahora el nivel del ingreso nominal con equilibrio externo para el Sur es mayor que antes para cada nivel del producto en el Norte (gráfico 2c). Dado  $y^* = \bar{y}^*$ , el nuevo nivel del ingreso nominal en el Sur compatible con el con equilibrio externo será  $y_2 > y_1$ .

Finalmente, el gráfico 2d muestra como se ajusta el producto real del Sur y del Norte frente a los cambios en la brecha a lo largo del tiempo. Se supone que inicialmente la brecha se encuentra en equilibrio ( $\hat{G} = 0$ ) y por lo tanto  $z$  permanece estable, siendo  $\hat{y}_R - \hat{y}_R^* = 0$ . En otras palabras, la estabilidad de la brecha implica que las dos economías crecen en términos reales a la misma tasa exógena de crecimiento de la economía del Norte (la tasa  $\rho$ , que es la inclinación de las curvas logarítmicas de  $y_R$  e  $y_R^*$  antes del momento  $T_0$ ). En  $T_0$ , el Sur aumenta su esfuerzo de aprendizaje, lo que hace que la brecha comience a reducirse y la estructura productiva del Sur a diversificarse. A medida que  $G$  se reduce y  $z$  aumenta en el tiempo ( $\hat{z} > 0$ ), la tasa de crecimiento del Sur se torna más alta que la del Norte ( $\hat{y}_R - \hat{y}_R^* > 0$ ), y el producto del Sur se aproxima al del Norte (convergencia). Este tasa de convergencia se obtiene por medio de un aumento del empleo  $L$  en el sector moderno del Sur,  $\hat{L} = \frac{\hat{z}}{1-z}$ . Al mismo tiempo, la economía del Norte muestra un ligero aumento de la tasa de crecimiento real, el que se explica por una caída de la tasa de inflación (recuérdese que el ingreso nominal no ha cambiado), gracias a la aceleración del progreso técnico en el Sur, y a la correspondiente caída del precio de los bienes importados.

Cuando la brecha se estabiliza nuevamente, también se estabilizan  $z$  y la tasa de crecimiento del Sur, que vuelve a ser la misma que la del Norte. Debido al proceso de convergencia, cuando  $G$  alcanza su nuevo equilibrio, el Sur ha conseguido reducir la distancia entre su nivel de su producto (nominal y real) y el del Norte. Naturalmente, una

caída del esfuerzo de imitación del Sur tendría consecuencias opuestas: divergencia hacia un nuevo equilibrio con una brecha mayor, tanto en términos de las capacidades tecnológicas como en el nivel del producto.

A seguir, una versión lineal del modelo anterior se estima econométricamente para los años noventa, usando indicadores recientemente propuestos en la literatura para las capacidades tecnológicas y el dinamismo de la demanda mundial por las exportaciones de cada país.

### **3. Un test empírico para los años noventa**

La idea de que la tecnología es una variable clave para explicar el comportamiento del comercio y el crecimiento ha sido testeada empíricamente de varias formas (ver, por ejemplo, Amedola *et al* 1993). Uno de los problemas más difíciles de resolver en este tipo de ensayos es encontrar una buena *proxy* para las capacidades tecnológicas de cada país. Frecuentemente se utiliza el número de patentes obtenidas en los Estados Unidos, un indicador que presenta algunas desventajas cuando se estudia a los países en desarrollo. En estos países, el progreso técnico asume principalmente la forma de difusión de tecnología, y de innovaciones o adaptaciones incrementales, que muchas veces no pueden ser patentadas.

Por esa razón, y sin olvidar que toda tentativa de tornar operacional el concepto de brecha tecnológica se deparará con problemas empíricos difíciles de resolver plenamente, en este trabajo se utiliza un indicador llamado ArCo, recientemente propuesto por Archibugi y Coco (2003). Se trata de un indicador que toma en cuenta un conjunto amplio de variables representativas de las capacidades tecnológicas de cada país (incluyendo, entre ellas, las patentes), y que puede ser estimado tanto para los países desarrollados como para aquellos en desarrollo. Se trata de un indicador que permite, además, realizar comparaciones de las capacidades en distintos momentos en el tiempo. Este indicador es construido combinando las siguientes categorías:

- (i) Número de patentes *per capita*;
- (ii) Publicación de artículos científicos *per capita*;
- (iii) Cobertura de internet;

- (iv) Cobertura telefónica;
- (v) Consumo de energía eléctrica;
- (vi) Porcentaje de la población en edad universitaria matriculada en cursos terciarios de ciencias y de ingeniería;
- (vii) Media de años de escolaridad de la población mayor de 14 años;
- (viii) Porcentaje de la población con capacidad de leer y escribir (definida como la capacidad de leer, escribir y entender una sentencia simple sobre la vida cotidiana).

Adicionalmente, la prueba propuesta en este trabajo incluye también una variable representativa de la dimensión keynesiana del crecimiento. En efecto, modelos que sólo consideran las asimetrías tecnológicas del lado derecho de la ecuación y que, por lo tanto, desconsideran el papel desempeñado por el dinamismo del patrón de especialización de cada país (por la vía de la restricción en balanza de pagos), estarían omitiendo variables relevantes. Como se sabe, esto tiene como consecuencia la obtención de resultados sesgados y poco confiables en el proceso de estimación.

Por esa razón, se incluyó en el modelo a ser estimado una *proxy* del dinamismo de la demanda mundial por los bienes de cada país, a saber, la participación de los sectores dinámicos en las exportaciones totales del país ( $S$ )<sup>4</sup>. Se entiende que la especialización en sectores dinámicos es una buen indicador de la capacidad de cada economía de entrar en los mercados de más rápido crecimiento, y /o de su buena suerte la “lotería de las *commodities*”. Por la misma razón, se trata de un buen indicador de su capacidad de evitar la restricción externa al crecimiento. Desde el punto de vista operacional, sectores dinámicos son definidos como aquellos cuya demanda mundial crece más que la media, de acuerdo con las informaciones suministradas por el programa CAN de CEPAL.

Los modelos con restricción de balanza de pagos sugieren que la entrada de capitales puede ser una variable importante en el caso de los países en desarrollo (McCombie y Thirlwall, 1994; cf. ecuación (6) más arriba). Así, se incluyó del lado

---

<sup>4</sup> Se recordará que en el modelo teórico se supuso que no había diferencias entre los bienes en términos de la elasticidad ingreso de demanda. Este es sin duda un supuesto demasiado fuerte, que no puede ser de forma alguna impuesto como una restricción en la estimación del modelo, sin ser testeada. La inclusión de  $S$  en el modelo econométrico retira esa restricción.

derecho de la ecuación la entrada líquida de capitales como porcentaje del PBI de cada economía<sup>5</sup>. Debe observarse que la teoría sugiere que la variable que debería incluirse en la regresión es la tasa de variación del ingreso de capitales. Sin embargo, como la volatilidad de estos ingresos es muy grande, se optó por incluir el promedio de la entrada de capitales como porcentaje del PBI, la que obviamente es una variable en nivel y no en tasas. Se entiende que esta variable es una buena *proxy* de la contribución del capital externo al crecimiento en el período. Esta contribución incluye tanto el alivio a la restricción de divisas, como un eventual aporte al acervo de conocimientos tecnológicos y a la capacidad productiva del país receptor del capital.

Finalmente, se incluyeron en el modelo variables *dummy*, que buscaban capturar posibles efectos regionales no vinculados a las variables anteriores. Fueron creadas *dummies* para Asia, África y América Latina, lo que implica que el valor del coeficiente de estas variables mide el efecto diferencial de pertenecer a una de estas regiones con relación a la tasa media de crecimiento de Europa y los Estados Unidos.

A la luz de las consideraciones anteriores, la ecuación estimada fue la siguiente:

$$(9) \Delta y_i = \alpha + \beta \Delta T_i + \phi F_i + \eta S_i + \pi \mathbf{D}i + \varepsilon_i$$

donde  $i$  denota el país,  $\Delta y$  es la tasa de crecimiento,  $\Delta T$  es la variación de las capacidades tecnológicas,  $F$  es la entrada líquida de capital externo como porcentaje del PBI,  $S$  la participación de los sectores dinámicos en las exportaciones totales,  $\mathbf{D}$  es un vector de variables *dummy*, y  $\varepsilon$  es un ruido blanco. El período considerado es el que transcurre entre 1990 y 1998.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1 del Anexo Estadístico (incluyendo los tests de diagnóstico; la Tabla 2, en el mismo anexo, muestra los valores de las variables usadas en la regresión). Puede observarse que todos los coeficientes fueron significativos y mostraron los signos esperados, a no ser la variable *dummy* para África, que no fue significativa. El poder “explicativo” de la regresión es razonable para una *cross section* que abarca casi todos los países del planeta y un número bastante parsimonioso de

---

<sup>5</sup> Los valores de la entrada líquida de capital externo fueron suministrados por el Banco Mundial.

variables. Además, el modelo pasó muy bien por los *tests* de diagnóstico sobre residuos, especificación y estabilidad de los parámetros.

Hay dos detalles en los resultados empíricos que merecen destacarse. El primero es que la variable sectores dinámicos entró en forma logarítmica en la estimación. Fueron ensayadas otras especificaciones, pero todas ellas generaban problemas serios de heterocedasticidad. Por otro lado, llama la atención el alto valor del coeficiente de la *dummy* que distingue a los países del Asia, lo que confirma la tendencia de esta región a mostrar tasas de crecimiento más altas que las del resto del mundo, debido a factores que las otras variables no fueron capaces de capturar adecuadamente.

### **Comentarios finales**

El trabajo utilizó el modelo ricardiano con un continuo de bienes para analizar los vínculos entre brecha tecnológica, especialización y el crecimiento. La estrategia de modelización adoptada fue la de suponer que la brecha afectaba el valor del intercepto de la curva *A* de ventajas comparativas, y de esa manera, también afectaba el valor crítico  $z_c$  de bienes producidos por el Sur. Se mostró como la dinámica de la brecha podía sostener procesos de convergencia o de divergencia internacional a partir de cambios en el patrón de especialización internacional del Sur.

El trabajo también testeó empíricamente el modelo, utilizando indicadores de competencias tecnológicas y del dinamismo del patrón de especialización que aún no se habían explorado en modelos de este tipo. Los resultados fueron bastante satisfactorios, lo que sugiere que el modelo ricardiano Norte-Sur es compatible con la evidencia empírica disponible para los años noventa. Al mismo tiempo, los resultados fortalecen la idea de que no se deben desconsiderar las variables keynesianas asociadas al desequilibrio externo en modelos basados en asimetrías tecnológicas

## Anexo Estadístico

**Tabla 1. Resultados del análisis de regresión, 1990-1998**

Variable dependiente: TC  
 Mínimos Cuadrados Ordinarios  
 Observaciones: 85

Variable	Coeficiente	Desvío estandar	t-Statistic	Prob.
C	0.083506	0.786292	0.106203	0.9157
LSETDIN	0.248874	0.084096	2.959403	0.0041
VARTECH	0.030148	0.012300	2.451075	0.0165
DASIA	2.119494	0.506546	4.184211	0.0001
DAL	0.941577	0.524806	1.794143	0.0767
DAFRICA	0.455193	0.441344	1.031381	0.3055
FC	0.143209	0.055634	2.574149	0.0119
R2	0.353052	F-statistic	7.094354	
R2 ajustado	0.303287	Prob(F-statistic)	0.000005	
Akaike	3.947143			
Schwarz	4.148303			
Durbin-Watson	1.884651			

TC = tasa de crecimiento de la economía

VARTECH = Variación de la brecha tecnológica (medida en términos de la variación del índice ArCo)

FC = media de la entrada neta de capitales como porcentaje del PBI

LSETDIN = logaritmo natural de la participación de los sectores dinámicos en las exportaciones del país

DASIA = variable dummy para los países asiáticos

DAL = variable dummy para países de América Latina

DAFRICA = variable dummy para los países africanos

### Tests de diagnóstico: heterocedasticidad

#### White (sin términos cruzados)

F-statistic	0.819146	Probabilidad	0.600329
Obs*R2	7.607493	Probabilidad	0.574133

#### White (con términos cruzados):

F-statistic	1.016082	Probabilidad	0.458520
Obs*R2	21.50529	Probabilidad	0.428481

## Tests de diagnóstico: estabilidad estructural de los parámetros del modelo

Ramsey (con la inclusión de dos términos a partir de los valores estimados)

F-statistic	0.192248	Probabilidad	0.825502
Log likelihood ratio	0.428945	Probabilidad	0.806967

Nota: Todos los tests fueron realizados usando el programa econométrico E-Views 3.1.

**Tabla 2. Las variables del modelo**

PAÍSES	Crecimiento del producto (%)	Sectores dinámicos (% de las exportaciones totales)	Entrada de capital externo (% PBI)	Índice ArCo – 1998	Variación Del índice ArCo
<i>África do Sul</i>	1,90	26,22	1,86	0,372	11,1
<i>Albânia</i>	2,30	32,17	2,02	0,251	8,5
<i>Alemanha</i>	1,50	60,98	-0,35	0,682	15,0
<i>Angola</i>	0,80	0,56	9,21	0,107	21,7
<i>Arábia Saudita</i>	1,60	4,65	1,12	0,326	16,4
<i>Argélia</i>	1,60	14,7	-0,05	0,277	25,1
<i>Argentina</i>	4,90	23,44	4,82	0,426	12,5
<i>Austrália</i>	3,80	18,75	3,76	0,684	21,9
<i>Áustria</i>	2,00	52,49	1,44	0,619	23,4
<i>Bélgica</i>	1,70	49,18	-4,6	0,642	22,7
<i>Benin</i>	4,70	5,4	1,48	0,114	46,3
<i>Bolívia</i>	4,20	17,97	4,98	0,305	19,8
<i>Brasil</i>	2,90	29,17	3,94	0,330	17,6
<i>Burkina Faso</i>	3,80	17,41	0,00	0,050	79,2
<i>Canadá</i>	2,30	45,87	1,14	0,742	9,4
<i>Chade</i>	2,30	0,87	0,32	0,071	42,6
<i>Chile</i>	7,20	6,92	3,9	0,426	26,2
<i>China</i>	10,70	52,22	3,77	0,306	34,7
<i>Hong Kong</i>	3,90	60,42	0,34	0,569	30,8
<i>Cingapura</i>	8,00	71,88	-1,85	0,573	44,5
<i>Colômbia</i>	3,30	37,68	2,45	0,331	15,6
<i>Congo (Rep. do)</i>	0,90	1,26	3,43	0,207	6,4
<i>Coréia</i>	5,70	56,07	1,70	0,607	46,3
<i>Costa Rica</i>	4,10	45,45	2,97	0,361	12,2
<i>Dinamarca</i>	2,80	48,29	1,29	0,704	20,6
<i>Egipto</i>	4,40	15,48	1,74	0,269	22,6
<i>Espanha</i>	2,20	49,9	1,17	0,516	25,8
<i>Estados Unidos</i>	3,40	60,03	0,89	0,747	12,6
<i>Etiópia</i>	4,80	71,57	0,32	0,067	41,1
<i>Filipinas</i>	3,20	67,64	2,91	0,322	16,4
<i>Finlândia</i>	2,50	34,14	1,02	0,831	35,2
<i>França</i>	1,70	51,61	-1,71	0,604	21,0

Grécia	1,90	33,37	1,46	0,489	17,5
Guatemala	4,20	49,53	1,13	0,234	25,2
Honduras	3,20	53,16	1,56	0,258	18,3
Hungria	1,00	51,43	6,86	0,469	16,8
Indonésia	4,70	22,53	0,93	0,265	39,7
Irã	3,40	0,78	0,18	0,313	29,9
Irlanda	7,90	73,02	-0,61	0,567	26,0
Israel	5,10	37,84	1,88	0,751	12,2
Itália	1,20	51,24	1,05	0,526	18,5
Jamaica	0,10	30,96	2,79	0,346	30,8
Japão	1,40	70,42	-0,9	0,721	26,8
Jordânia	4,80	14,89	0,77	0,341	13,6
Laos	4,40	33,19	3,11	0,098	73,6
Líbano	7,70	23,65	12,5	0,370	26,5
Madagascar	1,70	30,42	0,48	0,116	20,8
Malásia	6,30	55,72	4,92	0,369	25,2
Malavi	4,00	9,75	0,01	0,134	26,4
Mali	3,60	10,2	1,25	0,066	108,2
Marrocos	2,30	30,58	1,64	0,217	28,5
México	2,70	57,81	4,87	0,358	11,8
Moçambique	6,30	9,71	2,73	0,098	41,6
Mongólia	0,70	8,51	1,68	0,197	11,6
Nicarágua	3,20	40,55	0,76	0,238	17,8
Nigéria	2,40	0,49	4,89	0,141	23,6
Noruega	3,70	17,09	-2,25	0,724	24,6
Nova Zelândia	2,90	16,18	2,75	0,645	13,3
Países Baixos	2,70	49,18	-4,93	0,683	19,7
Panamá	4,20	22,71	10,52	0,382	13,3
Papua Nova Guiné	4,00	36,17	5,21	0,146	22,4
Paraguai	2,40	9,53	1,82	0,323	20,0
Peru	5,40	16,65	4,37	0,345	18,2
Polónia	4,70	36,05	2,68	0,465	18,3
Portugal	2,50	50,94	1,03	0,450	30,0
Quênia	2,20	27,8	0,21	0,204	15,1
Reino Unido	2,20	55,61	-2,36	0,673	19,8
Rep. Centro - África	1,80	11,63	-0,65	0,110	36,1
Rep. Dominicana	5,70	61,6	3,10	0,303	19,4
Senegal	3,20	18,16	0,93	0,151	38,1
Síria	5,70	3,85	0,75	0,282	10,2
Sri Lanka	5,30	41,42	1,33	0,280	23,0
Suécia	0,50	53,7	-1,81	0,867	27,2
Suiça	1,50	56,46	-8,10	0,799	8,7
Tailândia	4,70	50,48	3,88	0,342	23,3
Tanzânia	3,10	25,45	1,27	0,155	23,2
Togo	2,50	12,16	1,25	0,145	48,8
Tunísia	4,60	48,39	2,30	0,288	26,8
Turquia	4,10	35,35	0,89	0,347	21,4

<i>Uganda</i>	7,20	77,65	0,94	0,133	37,6
<i>Uruguai</i>	3,70	28,84	1,43	0,417	19,9
<i>Venezuela</i>	1,70	5,43	6,09	0,369	12,4
<i>Vietnã</i>	8,10	30,27	7,27	0,239	45,5
<i>Zâmbia</i>	1,00	14,12	4,85	0,240	12,3
<i>Zimbábue</i>	2,40	12,14	0,26	0,279	12,2

## Fuentes

- a) Tasas de crecimiento (TC) y entradas de capital como porcentaje del PBI (FC): Banco Mundial
- b) Participación de los sectores dinámicos en las exportaciones totales: programa CAN de CEPAL
- c) Variación de las capacidades tecnológicas en el período: Archibugi y Cocco (2003)

## BIBLIOGRAFÍA

- AMENDOLA, G.; DOSI, G. e PAPAGNI, G. (1993) "The Dynamics of International Competitiveness", *Welwirtschaftliches Arquiv*, Band 129, Heft 3/93, pp.451-71.
- ARCHIBUGI, D. y COCO, A. (2003) "A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries", *First Globelics Conference*, Rio de Janeiro, 4-8 de Noviembre.
- AROCENA, R. y SUTZ, J. (2003) "Learning Divides, Social Capital and the Role of the Universities", *First Globelics Conference*, Rio de Janeiro, 4-8 de Noviembre.
- CIMOLI, M. (1988) "Technological gaps and Institutional Asymmetries in a North-South Model with a Continuum of Goods", *Metroeconomica*, 39, pp.245-274.
- CUTHBERTSON, K.; HALL, S.G. y TAYLOR, M. (1992) *Applied Econometric Techniques*. New York: Philip Allan.
- DOSI, G.; PAVITT, K. and SOETE, L. (1990) *The Economics of Technical Change and International Trade*. Brighton: Wheatsheaf.
- DORNBUSH, R.; FISHER, S and SAMUELSON, P. (1977) "Comparative Advantage, Trade and Payments in a Ricardian Model With a Continuum of Goods", *American Economic Review*, 67, pp. 823-839. .
- FAGERBERG, J. (1994) "Technology and International Differences in Growth rates", *Journal of Economic Literature*, 32, 1147-1175

- FAGERBERG, J. (2000) “Technological Progress, Structural Change and Productivity Growth: A Comparative Study”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 11, 393-411.
- FAJNZYLBER, F. (1990) *Industrialización en América Latina: de la Caja Negra al Casillero Vacío*. Santiago: Cuadernos de la CEPAL.
- FFRENCH-DAVIS, R. (2000) *Macroeconomía, Comercio y Finanzas: Para Reformar las Reformas en América Latina*. Santiago: McGraw Hill.
- McCOMBIE, J.S.L & THIRLWALL, A. P. *Economic Growth and Balance of Payments Constraint*, New York: St Martin's Press, 1994
- NELSON, R e PACK, H. “The Asian Miracle and Modern Growth Theory”. *World Bank Working Papers Series*, n. 1881, October 1997.
- OBSTFELD, M. e ROGOFF, K. (1996) *Foundations of International Macroeconomics*. MIT Press.
- REINERT, E. (1995) “Competitiveness and Its Predecessors: A 500-Year Cross national perspective”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 6, 23-42.
- RODRÍGUEZ, O. (2002) “La Agenda del Desarrollo: Elementos Para su Discusión”, in Barbato, C. *Los Grandes Temas del Desarrollo Latinoamericano*. Montevideo: Trilce.
- ROMER, P. (1990) “Endogenous Technological Change” *Journal of Political economy* 98 (October): S71-S102.
- ROS, J. (2000) *Development Theory and the Economics of Growth*. Michigan University Press.
- VERSPAGEN, B. (1993) *Uneven Growth Between Interdependent Economies*. Avebury: Aldershot.