

UN MODELO DE CRECIMIENTO ENDÓGENO E IMITACIÓN TECNOLÓGICA

Ramón Tirado Jiménez*

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

Resumen: El modelo que a continuación se presenta tiene como objetivo analizar las condiciones de crecimiento y la ruta de acumulación de capital en un contexto de cambio técnico endógeno, pero con ahorro exógeno. Se plantea la existencia de un mundo con dos países: uno innovador y otro imitador, vinculados exclusivamente por un mercado mundial de tecnología, y se hace abstracción del mercado mundial de bienes. En cada país existen dos sectores: uno productor de bienes finales y otro que realiza actividades de Investigación y Desarrollo. En buena medida, el trabajo se basa en los modelos de Romer (1990), y Rivera Bátiz-Romer (1991).

Abstract: The purpose of this model is to analyse the conditions for growth and the path of capital accumulation in a framework of endogenous technical change with exogenous savings. The model states the existence of two kinds of countries, one of them an innovator, the other an imitator, both linked by a world market of technology, and excludes the world market of commodities. In each of these countries there are two sectors: the first one produces final goods, and the second performs Research & Development activities. The paper is based in Romer (1990) and Rivera Bátiz-Romer (1991).

* Agradezco al Dr. Etelberto Ortiz y al Dr. Martín Puchet por los útiles y sugerentes comentarios sobre las versiones anteriores, así como las invaluable sugerencias de dos dictaminadores anónimos. Cualquier error que subsista es responsabilidad del autor.

Una primera versión se presentó en el IV Coloquio Nacional de Economía Matemática y Econometría, Guadalajara, México, agosto 1994.

1. Introducción

El presente trabajo explora los problemas relacionados con la ruta de crecimiento correspondiente a un país desarrollado y a otro menos desarrollado que se vinculan por el mercado mundial de tecnología.

El estudio que se presenta se inscribe en la corriente moderna que ha efectuado un vasto trabajo de modelos con cambio tecnológico endógeno (Romer, 1990; Lucas, 1993; Grossman y Helpman, 1991, entre algunos de los textos representativos) inspirados en una tradición más antigua: la obra de Schumpeter en la primera mitad del siglo XX, el planteamiento formal, no resuelto, de Solow (1957), y los dos trabajos pioneros de Arrow (1962a y 1962b) en los que incorpora el tema del conocimiento y el aprendizaje, y plantea que la asignación de recursos para la innovación sólo es exitosa bajo mecanismos de mercado imperfectamente competitivos. En cierta forma, estos modelos tienen una relación más indirecta con algunos de los trabajos de Kaldor de principios de los sesenta (Kaldor y Mirlees, 1962).

La nueva teoría del crecimiento se caracteriza, en último análisis, por el desarrollo de modelos con crecimiento endógeno, "... en el sentido de que [el crecimiento] ocurre en ausencia de incrementos exógenos en la productividad tales como los atribuidos al progreso técnico en el modelo neoclásico..." (Rebelo, 1991: 501). Esto es, los incrementos en la productividad a lo largo del tiempo —en el presente modelo debidos al progreso técnico— son explicados dentro del mismo análisis y no se exponen, como en el modelo de Solow con progreso técnico (1957), como un dato que se multiplica a una función de producción.

Con los cambios que más adelante serán explicados, el modelo está basado en los trabajos de Romer (1990) y Rivera Bátiz-Romer (1991), en los cuales se endogeneiza el proceso de innovación y se exhibe la ruta de crecimiento para un país que lanza al mercado bienes nuevos. Con este modelo, una vez que se alcanza una solución de equilibrio para el país innovador, se logra endogeneizar además el proceso de imitación tecnológica para el caso de un país menos desarrollado. Tanto para el país innovador como para el país imitador se presentan las condiciones en que se efectúa la acumulación de capital y, en este sentido, el trabajo que aquí se analiza no es de ahorro endógeno, sino que se toma como

dada la tasa de ahorro de manera muy similar a la propuesta por el modelo neoclásico tradicional (Solow, 1956).

Tenemos entonces un modelo de crecimiento con cambio tecnológico endógeno —los procesos de innovación e imitación tecnológica se hacen endógenos— pero con ahorro exógeno porque la tasa de ahorro está dada.

En última instancia, se intenta bosquejar algunos elementos centrales de la relación entre países desarrollados, generadores de nueva tecnología, y países menos desarrollados, imitadores y receptores de tecnologías generadas fuera de su espacio económico.

El objetivo del presente modelo es formalizar dos elementos centrales de lo que podemos denominar como nueva teoría del crecimiento. El primero, la importancia creciente que ha adquirido el capital humano como variable básica explicativa del crecimiento del producto en el tiempo (Romer, 1990; Lucas, 1993); el segundo, la imitación tecnológica como medio a través del cual un país menos desarrollado accede a las innovaciones técnicas ocurridas en los países desarrollados y, en último análisis, al aprendizaje que permite un determinado dominio del conocimiento de los nuevos productos (Krugman, 1990; Grossman y Helpman, 1991).

El modelo consta de dos países, uno innovador, n , y otro imitador, m . El país innovador se caracteriza por generar permanentemente nuevos productos a través de la aplicación en la manufactura de nuevos diseños creados en los laboratorios de Investigación y Desarrollo. El país imitador se caracteriza por producir bienes que fueron desarrollados originalmente en el país innovador.

Se define la innovación, en el contexto de la proliferación de nuevos productos, como la creación de novedades tecnológicas dentro del mercado mundial, esto es, los bienes son nuevos en la medida que en el mercado mundial no existían anteriormente. Por otra parte, la imitación se define como la actividad de reproducción de bienes novedosos. En el caso del presente modelo, un país, el desarrollado, es el que produce innovaciones, mientras que el país menos desarrollado produce imitaciones. Es posible que la definición anterior entre en conflicto con el concepto tradicional, esto es, que la innovación es un invento exitoso en el mercado, pero en realidad asimila la idea anterior y se proyecta al ámbito internacionales donde algunos países tienen mejores condiciones para innovar, mientras otros poseen mejores condiciones para repro-

ducir inventos exitosos en el mercado, generados fuera del espacio nacional.

Un supuesto subyacente en el presente trabajo es que el país innovador únicamente produce bienes nuevos, mientras que el país imitador sólo produce bienes originalmente diseñados en un país desarrollado. Ambas modalidades conforman la vía para la introducción del cambio técnico en los países (Krugman, 1990; Grossman y Helpman, 1991).

En términos generales, como ya se señaló, el modelo es una adaptación del expuesto por Romer (1990) y Rivera Bátiz-Romer (1991), pero aquí sólo se consideran dos sectores, mientras que en la formalización original hay tres. Otro rasgo distintivo es que se considera el cambio técnico en términos de innovaciones de productos, en tanto que en Romer (1990) se introduce a través de la incorporación de nuevo equipo de capital cada vez más productivo, esto es, como innovaciones de proceso, donde el sector productor de diseños vende al sector productor de bienes de capital. En el presente modelo se considera, en cambio, que tal sector de diseños vende ideas —en forma de copias heliográficas, si se quiere— para nuevos productos finales.

2. El país innovador

En primer término, se plantea una función de producción en la que la firma representativa del país innovador, n , emplea, aparte de trabajo manual, L , y capital físico, K , capital humano, H_q , entendido éste como aquella parte de la fuerza de trabajo calificada que ofrece su participación intelectual en el proceso productivo. Se utiliza también un acervo de diseños, A , como insumo para la producción de nuevos bienes.

$$Q_n(t) = H_{qn}^\alpha(t)L_n^\beta(t)K_n^\gamma(t)A^\chi(t); \quad (1)$$

$$\alpha + \beta + \gamma + \chi = 1$$

El sentido en el que se incorpora la noción de capital humano, consiste en que las firmas emplean habilidades intelectuales de personal calificado cuya formación es la suma de educación formal y aprendizaje en el trabajo (Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991). Esta definición de capital humano no hace referencia a aquella elaboración teórica

vinculada con las actitudes educativas y de salud de los individuos que llevan, en última instancia, a reflexiones sobre la conducta económica de las familias (Becker, Murphy y Tamura 1990). En este caso, sólo se expresa la demanda de capital humano y no se analiza la oferta, es decir, su formación.

Por otra parte, hay un sector productor de diseños, el cual vende sus copias heliográficas a la firma productora de bienes finales. En este caso, la evolución en el tiempo de los nuevos diseños es creciente con respecto a los dos insumos que se emplean: diseños y capital humano, el coeficiente expresa un parámetro de la productividad en el trabajo de dicho sector.

$$A(t) = \delta_n H_A(t) A(t) \quad (2)$$

Lo que en el fondo expresa la forma funcional de (2) es que no existen límites a la capacidad humana de innovación tecnológica, esto es, que las posibilidades de producir nuevos bienes en el tiempo tienden a aumentar permanentemente.

El acervo neto de capital varía como proporción de la cantidad total de producto final. Es decir, una fracción del ingreso es ahorrada y se destina a incrementar el acervo de capital total en esta economía. Tal fracción ahorrada del ingreso, s , suponemos que se decide exógenamente al modelo y, por tanto, en este trabajo se presenta un modelo con cambio técnico endógeno pero con ahorro exógeno, esto último se señala en la ecuación (3). Es importante subrayar que los incrementos netos en el acervo de capital sólo se destinan al sector que produce bienes finales porque, dada la simplificación del presente análisis, no se emplea un acervo de capital físico en la producción de nuevos diseños; en todo caso, en este sector se emplean acervos de capital de conocimiento.

$$\dot{K}_n(t) = sQ_n(t) \quad (3)$$

Finalmente, tenemos una restricción en la que todo el capital humano se divide en actividades de manufactura y de investigación, cuyo límite es el total de $H_n(t)$ existente en un país en un momento dado. Es una condición de *market clearing* en el mercado de capital humano.

$$H_n(t) = H_{qn}(t) + H_{An}(t) \quad (4)$$

Por las ecuaciones (1) y (2) podemos ver que, con todo lo demás constante, un aumento en la cantidad de capital humano a empleado en la producción de bienes finales y diseños incide directamente en un aumento en la producción. En principio, la cantidad de capital humano disponible es el resultado de la inversión privada que realizan los agentes en su formación, o las empresas en capacitación, y también puede ser el resultado de la inversión pública destinada a dos objetivos esenciales: incrementar o mejorar las condiciones de la educación formal y promover programas de capacitación. Ambas formas de inversión destinadas a la educación formal y al adiestramiento en el trabajo son las posibilidades esenciales que pueden suponerse para aumentar el acervo de capital humano.

Por otra parte, como el sector productor de diseños está separado de las empresas productoras de bienes, es decir, que las nuevas ideas son ofrecidas a las empresas y, ante todo, son vendidas, podemos presentar el precio al que la firma productora de A ofrecerá sus inventos, maximizando parcialmente el beneficio con respecto a los diseños en la ecuación (1):

$$P_A(t) = \chi H_{qn}^{\alpha}(t) L_n^{\beta}(t) K_n^{\gamma}(t) A^{\chi-1}(t) \quad (5)$$

En este caso, tenemos que el productor de diseños es un monopolista, el cual fija el precio de su diseño al nivel dado por la curva de demanda expresada en (5). Mientras tanto, el productor de bienes finales es un tomador de precios de los diseños innovadores, quienes, dado el precio, determinan la cantidad de diseños que se emplearan para la producción de bienes.

Si seguimos a Arrow (1962b: 158): "... en una economía de libre empresa la rentabilidad de la invención —como producción de información— requiere una asignación no óptima de recursos". De esta forma, el problema puede resolverse mediante una fijación de precios en competencia imperfecta, al seguir en buena medida la idea central de Schumpeter (1942), según la cual para que la innovación sea lucrativa, es necesario mantener un margen monopólico de beneficio durante un periodo.

El precio del capital humano, w_{HA} , en el sector productor de diseños es el que resulta de la maximización dentro de la firma del capital humano que se empleará:

$$W_{HA_n}(t) = \delta_n P_A(t) A(t) \quad (6)$$

Para encontrar una ruta de crecimiento de equilibrio, es necesario describir la forma en que se reparte el capital humano en los sectores de manufactura e investigación. El precio del capital humano en el sector de manufactura, el cual es un tomador de precios, es igual a su producto marginal; buscaremos después que el salario de dicho capital se iguale en ambos sectores:

$$W_{Hqn}(t) = \alpha H_{qn}^{\alpha-1}(t) L_n^\beta(t) K_n^\gamma(t) A^{\lambda-1}(t) \quad (7)$$

Si igualamos las expresiones (6) y (7), sustituimos el precio de los diseños y despejamos H_{qn} , es posible obtener la cantidad de capital humano que será utilizada en el sector manufacturero:

$$H_{qn}(t) = \frac{\alpha}{\delta_n \chi} \quad (8)$$

A partir de lo anterior, postulamos que existe una tasa de crecimiento balanceado, g_n , para el país innovador, la cual iguala los sectores de manufactura e investigación:

$$g_n(t) = \frac{\dot{Q}_n(t)}{Q_n(t)} = \frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \delta_n H_{An}(t) \quad (9)$$

$$g_n(t) = \delta_n H_n(t) - \frac{\alpha}{\chi}$$

En (9) tenemos que la tasa de crecimiento del producto es fundamentalmente una función del capital humano total existente en un momento dado, donde los coeficientes δ_n , χ y α están presentes. Se trata de los coeficientes relacionados con el capital humano en ambos sectores, y de la productividad de éste en el sector que produce diseños nuevos. En este modelo simplificado, lo principal es que no aparecen otras variables, como L o K , ni sus respectivos coeficientes en tanto determinantes del crecimiento equilibrado entre el producto y la creación de diseños.

Con todo lo demás constante, dos cuestiones parecen derivarse de la ecuación (9). La primera es que si el capital humano total es muy

pequeño, cercano a cero, la tasa de crecimiento será negativa y no existirá estímulo para que se asigne una fracción del capital humano para trabajar en el sector que produce diseños. Ahora bien, cuando el capital humano total empieza a aumentar, tenemos que la tasa de crecimiento económico se eleva, y en especial la fracción del capital humano empleada en el sector innovador que produce y vende diseños. La segunda es que puede haber puntos con crecimiento muy bajo y capital humano total muy pequeño que cancelen toda posibilidad de actividad innovadora, o que impliquen una producción de diseños marginal, que no es sustantiva dentro de la actividad económica global.

Hasta aquí, sin embargo, no aparece la trayectoria correspondiente al capital físico. El esfuerzo para el crecimiento depende de la cantidad de capital humano, por lo que es necesario explorar, en la forma sencilla que se ha seguido hasta aquí, cuál es el patrón de acumulación y cómo se relaciona con el crecimiento del producto balanceado para ambos sectores.

Sea entonces la razón capital-producto del país desarrollado $\gamma_n = K_n(t) / Q_n(t)$, de lo que podemos plantear que:

$$K_n(t) = \gamma_n Q_n(t) \quad (10)$$

Al diferenciar por completo la ecuación (10) con respecto al tiempo tenemos:

$$\dot{K}_n(t) = \dot{\gamma}_n Q_n(t) + \gamma_n \dot{Q}_n(t) \quad (11)$$

Al sustituir (11) en la parte izquierda de (4) se obtiene: $\dot{\gamma}_n Q_n(t) + \gamma_n \dot{Q}_n(t) = s Q_n(t)$. Podemos entonces arribar al siguiente resultado en (12), al despejar la variación de la razón capital-producto en el tiempo:

$$\dot{\gamma}_n = s - \gamma_n \frac{\dot{Q}_n(t)}{Q_n(t)} \quad (12)$$

Pero por la condición de equilibrio postulada más arriba, tenemos que

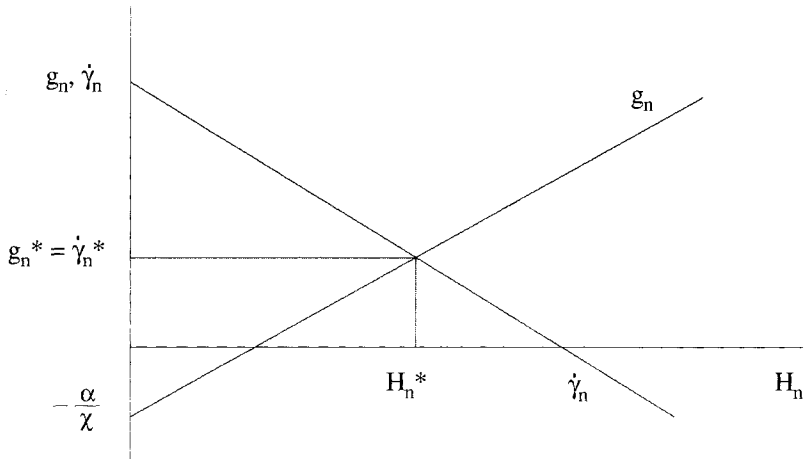
$$g_n(t) = \frac{\dot{Q}_n(t)}{Q_n(t)},$$

por tanto, una vez definida la tasa de crecimiento balanceado en (9):

$$\dot{\gamma}_n = s - \gamma_n g_n = s - \gamma_n \left(\delta_n H_n(t) - \frac{\alpha}{\chi} \right) \quad (13)$$

Así, podemos comparar gráficamente la tasa de crecimiento de equilibrio para los sectores que producen bienes finales y diseños con la trayectoria que sigue la acumulación de capital, en función del nivel de capital humano.

Gráfica 1



La variación en el tiempo de la razón capital-producto es resultado de la diferencia entre la tasa exógena de ahorro y la tasa de crecimiento de equilibrio del producto, multiplicada por la razón capital-producto.

Esta variación en el tiempo depende, como la tasa de crecimiento balanceado, de la cantidad de capital humano. En este caso, sin embargo, arribamos a una solución del siguiente tipo: a medida que la cantidad de capital humano aumenta, la razón capital-producto comienza a disminuir.

Una primera conclusión sobre ello, es que ésta disminuye en tanto que el producto crece. Es decir, la disminución de la razón capital-pro-

ducto no es resultado de que el acervo de capital se reduzca, sino que éste, en todo caso, aumenta a una velocidad menor que la tasa de crecimiento de equilibrio, la cual iguala el nivel de actividad en el sector productor de bienes finales y de diseños.

Un caso extremo, presente a lo largo del modelo aquí desarrollado, es cuando el capital humano no existe; digamos que es cero o muy cercano a ese punto. Hemos visto que ello implica que la tasa de crecimiento de equilibrio será negativa, $-\alpha/\chi$; la acumulación de capital, sin embargo, es positiva y estará en el nivel dado por los coeficientes $s + \gamma_n \alpha / \chi$, la tasa de ahorro, más la cantidad dada por el cociente de las elasticidades del capital humano y los diseños en la ecuación (1), multiplicada por la razón capital-producto. A este nivel la economía no crece, pero la acumulación de capital es positiva.

¿Qué significa esta última proposición? Primero, que el sistema económico no incrementa su capital de conocimiento: ya hemos enunciado que la tasa de crecimiento de equilibrio depende de la actividad en el sector de Investigación y Desarrollo, y que la variable independiente sobre la cual descansa el proceso de crecimiento es el aumento en el acervo de capital humano. Segundo, que el incremento, o no, del acervo de conocimientos incorporado en los individuos, a través de la inversión en capital humano, se comporta en forma inversa a la acumulación de capital físico: ésta alcanza su mayor nivel cuando la acumulación de conocimientos no existe, después empieza a descender a medida que el producto aumenta, a partir de que la acumulación de capital humano comienza a verificarse.

En un momento determinado, cuando la acumulación de conocimientos incorporados en los individuos sigue aumentando y alcanza su nivel en la cantidad $H_n(t) = \alpha / \delta_n \chi$, la tasa de crecimiento del producto será cero; a ese nivel, la razón capital-producto será exactamente igual a la tasa de ahorro exógena vigente en la economía. Después de ello, si la cantidad de capital humano sigue creciendo o sea, que la inversión pública o privada en las personas sigue aumentando, la tasa de crecimiento balanceado, g_n , se igualará en un punto con la variación de la razón capital producto, γ_n . Ese punto es la cantidad dada por el cociente entre la tasa de ahorro y la productividad en el sector de Investigación y Desarrollo multiplicada por la razón capital-producto, $g_n^* = \gamma_n^* = s / \delta_n \gamma_n$. Digamos que hay una cantidad de capital humano H_n^* , para la cual *el equilibrio dinámico existe y es único*.

El hecho de que el equilibrio exista y sea único no significa necesariamente que sea estable. Las propiedades de estabilidad de los modelos de crecimiento endógeno no han sido estudiadas en profundidad (Semmler, 1991). El trabajo que aquí se presenta no pretende resolver el problema, ya que ello rebasa los alcances mismos del artículo.

Es posible, sólo como una intuición, que tal equilibrio no sea estable si la acumulación de capital humano continúa, lo cual se puede sostener en la medida en que la condición de *market clearing* en el mercado del factor se mantenga. En tal caso la acumulación de capital físico continúa decreciendo, en un punto en el que $H_n(t) = \alpha / \delta_n \chi + s / \delta_n \gamma_n$, la variación de la razón capital-producto en el tiempo, es igual a cero.

De acuerdo con Solow (1956), si la variación de la razón capital-producto igual a cero representara una situación de equilibrio estable, entonces es obvio que tal condición no se verifica en el punto donde las tasas de acumulación y crecimiento del producto se intersectan. Esto última, cuando $\gamma_n = 0$, la tasa de crecimiento del producto alcanza un nivel dado por la cantidad s / γ_n , diferente a su valor de equilibrio explicado arriba. Lo anterior es una intuición que nos permite argüir que posiblemente no existen condiciones para alcanzar el equilibrio estable. Digámoslo de otra forma: no habría nada, *ceteris paribus*, que impidiera que la tasa de crecimiento de equilibrio aumentara explosivamente y la razón capital-producto disminuyera en igual proporción, en tanto la acumulación de capital humano tienda a elevarse.

Ahora bien, aquí cabe una pregunta: ¿qué puede modificar el desempeño de la economía? Por una parte, todo lo demás constante, un incremento de la razón exógena de ahorro. Esto significa que la recta que representa la ruta de variación de la razón capital-producto se desplazará hacia arriba y a la derecha, de tal forma que la tasa de crecimiento económico aumentará junto con la razón capital-producto.

Por otra parte, el desempeño de esta economía, hartamente simplificada, cambiará si el coeficiente de productividad en el sector de Investigación y Desarrollo aumenta. Si todo lo demás permanece constante, un cambio en δ_n implica otro en la posición de la recta que representa la trayectoria de crecimiento del producto en el tiempo, la cual aumenta su pendiente. Pero también incrementará su pendiente la recta que representa la acumulación de capital en el tiempo. A partir de lo anterior, debido a que el nivel de equilibrio entre ambas rectas $g_n^* = \gamma_n^* = s / \delta_n \gamma_n$

depende de tal coeficiente, la situación de equilibrio se verificará en un punto menor que el de la posición inicial.

Un aumento de la productividad en el sector productor de diseños representa, directamente, tasas de crecimiento balanceado del producto mayores que en la situación inicial. Sin embargo, ello repercute en un estado de equilibrio menor en el que, por el aumento en la productividad, se requiere una menor cantidad de capital humano para alcanzar los mismos niveles de aumento en el producto y de acumulación de capital físico.

3. El país imitador

La característica esencial del país imitador, *m*, es que recurre al acervo de diseños innovadores para copiarlos: la forma en que se introduce el progreso técnico en este país es a través de la transferencia de tecnología que se compra en el mercado internacional. Por razones analíticas suponemos que hay dos sectores, uno productor de bienes y otro de diseños imitados —básicamente adaptaciones a la realidad específica del mercado y a las condiciones técnicas locales— y buscaremos, como en el caso anterior, la forma en que se divide el capital humano en ambas actividades.

Una cuestión por aclarar es que si bien hay dos sectores, en la realidad no necesariamente ocurriría de esa forma, ya que las actividades sustantivas se realizarían integralmente dentro de la firma manufacturera. Así, al hacer referencia a la asignación de capital humano dentro de ambos sectores, con más precisión se habla de la cantidad de horas, digamos, que el capital humano se emplea en actividades vinculadas con la manufactura y con la adaptación de tecnologías foráneas: en cierta forma se aborda la cuestión asociada con la escasa actividad formal de Investigación y Desarrollo, claramente separadas de la actividad manufacturera en un país menos desarrollado.

Esta es una diferencia sustancial con la lógica que se deriva de la dinámica de un país innovador, donde la actividad de Investigación y Desarrollo está diferenciada y separada de las actividades de producción de bienes, y donde un ingeniero empleado en investigación no cumple tareas de supervisión en la planta manufacturera. Una segunda diferencia, con seguridad la principal, es que la imitación se caracteriza

por la apropiación de diseños innovadores generados fuera del país. El sector productor de imitaciones basa su actividad en la utilización del acervo de diseños innovadores, los cuales ya hemos visto cómo se producen.

La idea que subyace, en todo caso, es que el país menos desarrollado carece de condiciones para innovar, esto es, producir bienes nuevos desde la perspectiva del mercado mundial. Sólo puede copiar, adquirir patentes, adaptar productos nuevos generados fuera del estado nacional.

El bien final es producido en condiciones similares a las descritas en la ecuación (1), donde se emplean factores tradicionales, capital y trabajo manual, pero además se utiliza capital humano y un acervo de diseños imitados localmente, M .

$$Q_m(t) = H_{qm}^\varphi(t)L_m^\psi(t)K_m^\theta(t)M^{\Omega}(t) \quad (14)$$

Considero importante subrayar que aun cuando la forma funcional es similar para ambos países, las funciones en sí son diferentes, en la medida en que habrá dotaciones de factores distintas y en que los valores que los coeficientes asumirán, es de esperarse, también serán distintos.¹

Las imitaciones evolucionarán en el tiempo a un ritmo dado por la función:

$$\dot{M}(t) = \delta_m H_{mm}(t)A(t) \quad (15)$$

La cantidad de diseños por imitar se incrementará en el tiempo en forma directamente proporcional a la cantidad de capital humano empleado en la imitación y a la de diseños innovadores a disposición del productor en el país menos desarrollado.

Para producir diseños imitados, la firma tendrá que utilizar capital humano y el acervo de diseños innovadores generados en el primer país. Ahora bien, tenemos una forma funcional similar a la de la ecuación (2). Sin embargo, hay que considerar que la capacidad imitativa será creciente siempre y cuando, al mantener el capital humano constante,

¹ En este caso no se hace ninguna referencia a las consecuencias que tal supuesto podría tener en términos del teorema de Samuelson sobre la igualación de los precios de los factores, debido a que no se analiza el comercio de bienes entre dos países.

aumente el acervo de diseños innovadores producidos fuera del país imitador. Así, la capacidad de adaptación depende de la magnitud del capital humano y del tamaño de dicho acervo, el cual se amplía dentro del primer país ya descrito. En último análisis, ello implica que las firmas del país imitador no tienen control sobre la magnitud de ese *acervo* de conocimientos, y tampoco sobre la dirección del cambio tecnológico. En cierta forma, podemos pensar que son tomadores de cambio técnico.

En la ecuación (16) se presenta la ruta que sigue la acumulación de capital, donde el acervo neto de capital físico es la proporción del ingreso sacrificado del consumo que se destina a efectuar inversión en equipo de capital físico.

$$\dot{K}_m(t) = sQ_m(t) \quad (16)$$

$$H_m(t) = H_{qm}(t) + H_{mm}(t) \quad (17)$$

Finalmente, la ecuación (17) presenta una restricción, como en (3), donde se expresa la distribución del capital humano total, $H_m(t)$, entre los sectores de manufactura y de imitación, o adaptación de diseños innovadores.

En el caso del país menos desarrollado, podemos pensar que el acervo de capital humano es menor, relativamente, al del país desarrollado. Buena parte de la diferencia entre las habilidades tecnológicas de uno y otro país reside en las dotaciones iniciales de capital humano. Digámoslo en la siguiente forma: el país menos desarrollado efectúa un gasto de inversión en las personas, con fondos públicos o privados, pero la base relativa de la cual parten éstos, en comparación con el país innovador, es más baja y la magnitud del esfuerzo relativo es menor.

Ahora bien, el precio de un diseño imitado es aquel que resulta de la maximización del beneficio, en la ecuación (18): por razones analíticas, pensamos que en ciertos casos reales, hay una forma de comercio intra-firma, donde los diseños adaptados son vendidos al sector que produce bienes finales. El precio de un diseño imitado se fija al nivel de la curva de demanda inversa que presenta el sector productor de bienes finales:

$$P_m(t) = \Omega H_{qm}^\varphi(t) L_m^\psi(t) K_m^\theta(t) M^{\Omega-1}(t) \quad (18)$$

En tal caso, la empresa productora de bienes finales, dado el precio de los diseños imitados, determina la cantidad que ocupará en su producción.

En la medida que el adaptador de innovaciones es tomador de tecnologías, también lo es de su precio, y podemos señalar que éste resulta de la maximización del beneficio con respecto al número de diseños imitados por emplear:

$$P_A(t) = \delta_m H_m(t) \quad (19)$$

El innovador y el imitador se relacionan en el entorno mundial únicamente a través del mercado de tecnología. La ecuación (19) expresa el nivel en el que el productor de diseños innovados fijará el precio de su conocimiento. El imitador, dado el precio del diseño foráneo, fijará, por su parte, la cantidad de capital humano que se empleará en dicha actividad dependiendo, además, del coeficiente de productividad en imitaciones.

Una cuestión relevante sobre (19) es que si el capital humano empleado en actividades de investigación imitativa fuera muy pequeño, cercano a cero el precio de un diseño innovador tendería a cero. Tal resultado podemos interpretarlo como el hecho de que no habría condiciones de demanda de diseños nuevos en la medida que ello depende, principalmente, de la cantidad de capital humano empleada en la imitación. Otra interpretación correspondiente a un caso extremo como el señalado, es que sería factible una solución de esquina, la cual no tendría sentido bajo las especificaciones concretas de la función.

Las ecuaciones (18) y (19) explican los precios maximizadores del beneficio que se establecen bajo condiciones de imitación. La primera explica el problema del precio de monopolio que se fija al realizarse la venta de un diseño imitado al productor de bienes finales; la segunda describe el precio monopólico que se establece al efectuarse la venta de un diseño innovador a una empresa ubicada en el país imitador. En el primer caso, el imitador es fijador de precios, en el segundo se convierte en tomador de precios de un productor foráneo de diseños de productos novedosos.

Como lo hicimos antes, vamos a definir las condiciones para alcanzar una solución de equilibrio balanceado. El salario del capital huma-

no, que se divide en ambas actividades, para el sector de diseños imitados será resultado de la maximización con respecto al capital humano de la ecuación (15); en el caso del sector que produce bienes finales, es el producto marginal del factor:

$$W_{H_{mm}}(t) = \delta_m P_m(t) A(t) \quad (20)$$

$$W_{H_{qm}}(t) = \varphi H_{qm}^{\varphi-1}(t) L_m^\psi(t) K_m^\theta(t) M^\Omega(t) \quad (21)$$

Como en el caso del país innovador, igualamos ambas ecuaciones para obtener un solo salario correspondiente al capital humano, sustituimos la ecuación (16) en la (20) y despejamos el capital humano asignado al sector que produce bienes finales:

$$H_{qm}(t) = \frac{\varphi M(t)}{\Omega \delta_m A(t)} \quad (22)$$

La cantidad de capital humano por asignar al sector productor de bienes imitados depende, esencialmente, de la razón de diseños imitados a innovados, lo que puede interpretarse como: un aumento de la cantidad de diseños innovadores que las firmas están dispuestas a imitar, incrementará la cantidad de capital humano por destinar al sector manufacturero.

La ecuación (22) permite plantear dos casos extremos: *a*) ya que la razón de productos imitados a innovados es una proporción cuyo valor máximo sería 1, la situación límite en la que toda innovación es transferida al país imitador en forma instantánea, y donde la cantidad de capital humano por asignar al sector productor de bienes finales será igual al valor de los coeficientes φ , Ω , δ_m , como en el caso del país innovador, aunque el valor de los coeficientes sea distinto. *b*) El segundo caso será aquel en el que la proporción de adaptaciones a innovaciones sea tan pequeña, cercana a cero, que el tiempo que una pieza de capital humano dedicaría a la actividad manufacturera sería, también, muy cercano a cero. En tal virtud, la producción de bienes finales utilizaría intensivamente sólo trabajo manual y capital físico, en desmedro del capital de conocimiento incluido en la producción.

Podemos encontrar una tasa de crecimiento compatible para Q y M :

$$g_m(t) = \frac{\dot{Q}_m(t)}{Q_m(t)} = \frac{\dot{M}(t)}{M(t)} = \frac{\delta_m H_{mm}(t) A(t)}{M(t)}$$

$$g_m(t) = \delta_m H_m(t) \frac{A(t)}{M(t)} - \frac{\Omega}{\phi} \quad (23)$$

Así, la tasa de crecimiento en condiciones imitativas dependerá tanto del capital humano total como de la razón entre diseños innovados —creados fuera del país— y diseños imitados. Esto último podría interpretarse como la brecha tecnológica existente entre el país que produce diseños nuevos y el país que los adapta.

Todo lo demás constante, significa que entre mayor sea el capital humano en un momento dado, mayor será la fracción de tiempo que dedicará al trabajo de imitación, y aún mayor será la tasa de crecimiento económico.

Pero al mismo tiempo, todo lo demás constante, tenemos que si la razón de diseños innovados a imitados aumenta —porque el acervo de innovaciones foráneas crece más rápido— la asignación de capital humano en tareas imitativas aumenta y la tasa de crecimiento económico se eleva. Esto último deviene en una intuición: las posibilidades de crecimiento económico para una economía imitativa como la descrita, depende en una proporción considerable de las capacidades innovativas foráneas; si éstas disminuyeran su dinámica, la tasa de crecimiento económico tendería a descender en la medida que lo hiciera la cantidad de capital humano empleado en adaptaciones tecnológicas.

En el caso del presente trabajo no se realizará ningún análisis relacionado con la convergencia entre las tasas de crecimiento del país innovador y el país imitador. Sólo sabemos que si la brecha tecnológica desapareciera, las condiciones de las cuales depende la tasa g_m serían las mismas a las correspondientes al país innovador. Esto implica un problema de dinámica sobre la transición de un país imitador a uno que se acerca a ser innovador, que aquí no se describe; dicho de otra forma: no se describen los procesos de *catching up*, o de alcance —en tanto cierre de la brecha tecnológica por el aumento de las capacidades tecnológicas nacionales— al estilo coreano. Para un análisis más puntual sobre el tema tenemos los textos de Lucas (1993) y Grossman y Helpman

(1991). En el mundo aquí descrito la diferenciación entre países no se detiene, sino que se prolonga a lo largo de la historia.

Ahora bien, veamos cómo evoluciona el proceso de acumulación de capital en las condiciones del país imitador. Tenemos la razón capital-producto correspondiente al país imitador. A partir de que $\gamma_m = \frac{K_m(t)}{Q_m(t)}$, podemos plantear:

$$K_m(t) = \gamma_m Q_m(t) \quad (24)$$

Al diferenciar completamente con respecto al tiempo en (24):

$$\dot{K}_m(t) = \dot{\gamma}_m Q_m(t) + \gamma_m \dot{Q}_m(t) \quad (25)$$

Al sustituir la parte derecha de la igualdad correspondiente a (25) en la parte izquierda de la igualdad de (16), tenemos que la trayectoria de la acumulación de capital como proporción del producto será igual a:

$$\dot{\gamma}_m = s - \gamma_m g_m(t) = s - \gamma_m \left(\delta_m H_m(t) \frac{A(t)}{M(t)} - \frac{\varphi}{\Omega} \right) \quad (26)$$

El resultado al que se arriba en (26), da cuenta de que la variación de la razón capital-producto en el tiempo correspondiente al país imitador, es igual a la diferencia entre la tasa de ahorro y la razón capital-producto, multiplicada por la tasa de crecimiento del país menos desarrollado. El resultado es similar al del país desarrollado, sin embargo, es muy importante tener en cuenta que en este caso la ruta de acumulación de capital físico se relaciona inversamente tanto con la acumulación de capital humano, como con la brecha tecnológica. Al aumentar ambas simultáneamente, o una u otra, cuando todo lo demás permanece constante, tenemos que la intensidad de capital como proporción del producto decrece.

En esta situación existen dos elementos que forman parte de la acumulación de conocimientos y que influyen en lo expresado por (26): el capital humano, incorporado en los individuos, y la relación del acervo de diseños nuevos a imitados no incorporados en los individuos, pero sí integrantes de la experiencia en la actividad de Investigación y

Desarrollo. Cuando ambos componentes del conocimiento crecen, entonces la intensidad de capital físico decrece en tanto que el producto tiende a aumentar con una mayor intensidad en términos del conocimiento.

En esta situación se presenta la misma interpretación que en la del país desarrollado: la acumulación de capital como proporción del producto tiende a disminuir cuando aumentan el capital humano y la brecha tecnológica, no porque la acumulación de capital físico se detenga o permanezca constante, sino porque el producto aumenta con mayor rapidez.

4. Conclusiones

Aquí se presentan algunas conclusiones sobre el problema arriba planteado, y se hacen algunas comparaciones con otros trabajos, aproximadamente equivalentes, para evaluar algunas diferencias y semejanzas.

1) El modelo teórico expuesto en la primera parte de este trabajo predice dos cuestiones: la primera, que la tasa de crecimiento de un país desarrollado es mayor a medida que el acervo de capital humano tiende a ser mayor: la fracción destinada a Investigación y Desarrollo aumenta y ello dinamiza la tasa de crecimiento. En tal caso no hay diferencia con los modelos de Romer (1990) y Rivera Bátiz-Romer (1991), en los cuales se alcanza una solución equivalente a la arriba expuesta.

Por otra parte, el modelo predice que en un país menos desarrollado la tasa de crecimiento del producto depende tanto del acervo de capital humano total como de la brecha tecnológica. Ambas variables guardan una relación directa con la tasa de crecimiento económico. Fundamentalmente, el hecho de que la tasa de crecimiento de un país imitador dependa de la brecha tecnológica parece paradójico, en tanto que aquélla será mayor a medida que ésta aumente.

Lo que esta conclusión teórica indica es que hay dos conceptos eparables y distinguibles: el de crecimiento y el de las condiciones racionales para producir tecnología. La brecha tecnológica —todo lo demás constante— puede aumentar, esto es, que las condiciones en que se produce tecnología en el país pueden deteriorarse, y la tasa de crecimiento se incrementará a pesar de y a causa de ese deterioro.

Cómo se produce tecnología, depende de diversas condiciones que scapan al objetivo del presente trabajo, pero que podrían remitirnos a

las nociones vinculadas con lo que se ha denominado el Sistema Nacional de Innovación (Lundvall, 1992; Nelson, 1993), según el cual hay un conjunto de agentes debidamente relacionados entre sí, de tal forma que son capaces de generar aprendizaje interactivo y complementario. Esta noción evolutiva puede ser, sin duda, una explicación sobre los problemas relacionados con las condiciones institucionales² para producir tecnología.

2) El modelo permite predecir otra cuestión: que el proceso de acumulación de capital en el país desarrollado y el menos desarrollado se comporta inversamente en relación con la tasa de crecimiento balanceado de la economía.

Para el país desarrollado, si la tasa de crecimiento depende de la cantidad de capital humano que esa economía es capaz de mantener en un momento dado, la razón capital-producto, por el contrario, disminuye en el tiempo a medida que la cantidad de capital humano aumenta.

Para el país imitador, la razón capital-producto disminuye en el tiempo a medida que aumentan tanto la cantidad de capital humano como la brecha tecnológica. La tasa de crecimiento respectiva se relaciona directamente, por el contrario, con las dos variables.

En ambos casos, lo que se propone es que la ruta de crecimiento balanceado depende de la capacidad para generar tecnología nueva en forma de diseños o, digámoslo así, de la capacidad de Investigación y Desarrollo para generar diseños nuevos o imitados, aunque la acumulación de capital físico tiende a disminuir proporcionalmente en tanto que el conocimiento se incrementa. Planteado de otra forma, lo que podemos deducir de los resultados expuestos en el modelo es que existe una relación de intercambio, un *trade off*, entre acumulación de capital físico y acumulación de conocimientos, incorporados en los individuos como capital humano y no a través de la brecha tecnológica existente en el país imitador. Cuando el sistema económico se hace más intensivo en conocimientos, se hace relativamente menos intensivo en capital físico, entendido como la proporción relativa de éste frente al producto. Entre más intensa sea la presencia del capital físico en la economía, menor es

² Desde este punto de vista, cuando se habla de condiciones institucionales no se hace referencia exclusivamente a las agencias formales de tipo empresarial o gubernamental, sino también a las habilidades rutinarias y a las condiciones informales bajo las cuales se efectúa el aprendizaje tecnológico.

la acumulación de conocimientos. El caso extremo se presenta cuando en el país desarrollado no existe capital humano: en tal situación, la acumulación intensiva de capital físico alcanza su mayor nivel, mientras la economía registra una tasa de crecimiento negativa, coherente con la incapacidad para generar nuevos conocimientos y, por tanto, crecimiento del producto.

3) El modelo teórico adolece de dos limitaciones: no considera el lado de la demanda, y, es obvio, no ofrece una reflexión sobre el comercio de bienes entre ambos países.

Sin embargo, sí logra explicar el problema objetivo: las condiciones de crecimiento para un país innovador y el de otro, digamos seguidor, que se relacionan en un mercado mundial de tecnología. Aquí se entiende la tecnología en dos sentidos: como conocimiento incorporado en un acervo de diseños, y como aprendizaje asimilado al capital humano.

Grossman y Helpman (1991) distinguen en dos partes la inversión en aprendizaje, como *blueprints*, en tanto parte apropiable del conocimiento y, por otro lado, como capital de conocimiento que se concibe como un bien público, “el cual refleja la sabiduría colectiva acumulada e la experiencia pasada en investigación industrial.”

El modelo teórico que aquí se presenta, en cambio, si bien distingue los componentes del conocimiento, ninguno de ellos es considerado como un bien público. En ambos casos, para emplearlos, se requiere incurrir en costos.

Si bien para la teoría del crecimiento endógeno lo interesante es la reflexión sobre aquellos bienes apropiables pero parcialmente excluidos (Romer, 1990), el modelo aquí descrito intenta captar el problema central a subrayar: que la tecnología tiene un costo y se comercia en mercados imperfectamente competitivos. Es decir, debido a su sencillez, el modelo no analiza en toda su magnitud las diferentes formas de apropiación tecnológica —como sí lo hacen otros autores—, en cambio señala el problema de los costos en que incurren los productores al adquirir tecnología de producto en mercados de tipo monopolístico.

4) El modelo de imitación presentado en la primera parte de este trabajo describe los determinantes del crecimiento de un país menos desarrollado. Si bien se emplean las bases analíticas y formales propuestas por Romer (1990) y Rivera Bátiz-Romer (1991), se obtienen conclusiones que pueden compararse, en menor medida, con las de Seirstrom (1991) y, sobre todo, con Grossman y Helpman (1991).

Segerstrom presenta un análisis detallado de la innovación y la imitación en el contexto del crecimiento económico, pero con una modificación de contenido sustancial: formaliza el problema y la relación que se establece entre las firmas innovadoras y las seguidoras dentro de un mismo espacio nacional. El trabajo de Grossman y Helpman, como se explica a continuación, sí es comparable con los resultados del modelo expuesto en esta investigación.

La ruta de crecimiento de equilibrio para una nación imitadora se expone en la ecuación (23) de la primera parte. Grossman y Helpman (1991) proponen que la solución de equilibrio para un país imitador es del tipo:

$$g_m = \frac{(1 - w^s / w^n)L^s}{a_m} - \frac{w^s}{w^n \rho}$$

donde w^s / w^n es la razón de remuneraciones sur-norte, L^s la cantidad de trabajo empleada en investigación industrial, a_m es un parámetro que mide la productividad del trabajo en investigación industrial y ρ es la tasa subjetiva de descuento.

La solución de Grossman y Helpman predice que la tasa de crecimiento de equilibrio para un país imitador depende, en primer lugar, de la cantidad de trabajo empleado en investigación industrial y, en segundo, de lo que podemos denominar la brecha de remuneraciones: entre más grande sea, lo cual implica que los salarios del sur sean menores a los del norte, todo lo demás constante, mayor será la tasa de crecimiento de equilibrio.

En ausencia de otros costos, los salarios del sur y el norte pueden considerarse como los costos en que incurren los productores. Según esta solución, habrá una tasa de crecimiento positiva si los salarios del sur son menores a los del norte, de tal forma que la razón de costos sea menor que uno.

La diferencia entre la solución propuesta en esta investigación y la explicada en los párrafos anteriores radica en que en nuestro argumento la tasa de crecimiento es mayor a medida que la brecha tecnológica aumenta, mientras que en el segundo se eleva en tanto que la brecha salarial se incrementa. Ambas formulaciones teóricas coinciden, o con más precisión, se aproximan, por la conclusión relacionada con el empleo de trabajo capacitado en investigación.

En la aproximación teórica expuesta se hace abstracción del problema relacionado con los costos relativos porque la preocupación central no radica en las condiciones de crecimiento cuando rige el libre comercio, sino que simplemente se pretende explicar las condiciones tecnológicas que subyacen en el proceso de crecimiento económico. Ello explica que en nuestro modelo teórico se ponga énfasis en la brecha tecnológica, mientras que en Grossman y Helpman (1991) aparece la razón de costos salariales en un contexto analítico que subraya las condiciones del comercio de bienes y, en menor medida, las causas tecnológicas en el desarrollo.

5) Para terminar, el modelo aquí presentado, a pesar de su simplicidad, abre la puerta para investigar diversos problemas señalados pero no resueltos. El primero de ellos es el de las condiciones de estabilidad del modelo. Queda claro que existe una situación de equilibrio con sentido económico, pero no se profundiza en el hecho de si esa situación es, o no, estable. En este sentido se abre una posibilidad de trabajo en la cual puede reflexionarse formalmente sobre la estabilidad del crecimiento en este modelo y, en general en los modelos de crecimiento endógeno.

Otro problema toral que surge a partir de la discusión precedente es el de la convergencia. ¿La tasa de crecimiento de un país puede iguala a la del otro partiendo de condiciones tecnológicas distintas? El modelo abre la discusión pero no la aborda. El siguiente problema, es el de los procesos de alcance: ¿podría una economía imitadora, bajo las condiciones expresadas, lograr la capacidad tecnológica del país desarrollado? Esto es, ¿podemos, ampliando el modelo anterior, explicar esos problemas?

Las anteriores son cuestiones teóricas, pero también prácticas, de gran importancia. Las rutas de trabajo que se abren con esto son múltiples y son, al mismo tiempo, determinantes para conocer las implicaciones, los alcances y la utilidad de los modelos de crecimiento endógeno.

Bibliografía

- Adams, James D. (1990). "Fundamental Stocks of Knowledge and Productivity Growth", *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, vol. 98, núm. 4, agosto, pp. 673-702.
- Aghion, Philippe y Peter Howitt (1990). *A model of Growth Through Creative Destruction*. Documento núm. 90-12, Centre National de la Recherche

- Scientifique Ecole Normale Supérieure, École de Hautes Études en Sciences Sociales.
- Arrow, Kenneth (1962a). "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, 29, junio, pp. 165-173.
- (1962b). "El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención", en Nathan Rosenberg (comp.), *Economía del cambio tecnológico*, Lecturas de *El Trimestre Económico*, núm. 31, FCE, México, 1979, pp.151-167
- Becker, Gary, Kevin Murphy y Robert Tamura (1990). "Capital, Fertility and Economic Growth", *Journal of Political Economy*, 98, S12-S37.
- Ethier, Wilfred J. (1986). "The Multinational Firm", en Gene Grossman (comp.), *Imperfect Competition and International Trade*, The MIT Press, Cambridge, 1993, pp. 303-326
- Grossman, Gene y Helpman Elhanan (1990). "Comparative Advantage and Long Run Growth", *The American Economic Review*, vol. 80, núm. 4, sept., pp.796-815.
- (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, The MIT Press, Cambridge.
- Grossman, Gene (comp.) (1993). *Imperfect Competition and International Trade*, The MIT Press, Cambridge.
- Heertje, Arnold (1984). *Economía y progreso técnico*, FCE, México.
- Helpman, Elhanan (1985). "Multinational Corporations and Trade Structure", en Gene Grossman (comp.), *Imperfect Competition and International Trade*, The MIT Press, Cambridge, 1993, pp. 285-302.
- (1990). *Monopolistic Competition in Trade Theory*, Special Papers in International Finance, núm. 16, junio, University of Princeton, Princeton.
- y Paul Krugman (1985). *Market Structure and Foreign Trade: Increasing Returns, Imperfect Competition and the International Economy*, The MIT Press, Cambridge.
- Kaldor, N. y J.A. Mirlees (1962). "Modelos de crecimiento con progreso técnico inducido", en Amartya Sen (comp.), *Economía del crecimiento*, Lecturas del *Trimestre Económico*, núm. 28, FCE, México.
- Krugman, Paul (1990). *Rethinking International Trade*, The MIT Press, Cambridge.
- Lucas, Robert (1993). "Making a Miracle", *Econometrica*, vol. 61, núm. 2, marzo, pp. 251-272.
- Lundvall B.A. (1992). *National Systems of Innovation*, Pinter Publishers, Londres.
- Mowery, David C. y Nathan Rosenberg (1989). *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, Cambridge University Press, Cambridge, 1991.
- Nelson, Richard R. y Sidney Winter (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*, The Belknap Press, Harvard University Press.
- Nelson, Richard (1993). *National Innovation Systems*, Oxford University Press, Oxford.
- Rebelo, Sergio (1991). "Long Run Policy Analysis and Long Run Growth", *Journal of Political Economy*, vol. 99, núm. 3, junio.

- Rivera-Bátiz, Luis y Paul Romer (1991). "Economic Integration and Endogenous Growth", en Gene Grossman (comp.), *Imperfect Competition and International Trade*, The MIT Press, Cambridge, 1993, pp. 347-365.
- Romer, Paul (1990). "El cambio tecnológico endógeno", *El Trimestre Económico*, FCE, México, 1991, pp. 441-479.
- Schumpeter, Joseph A. (1942). *Capitalismo, socialismo y democracia*, Edit. Orbis, Madrid, 1983.
- Segerstrom, Paul S. (1991). "Innovation, Imitation and Economic Growth", *Journal of Political Economy*, vol. 99, núm. 4, agosto, pp. 807-827.
- Semmler, Willi (1991). *Growth Dynamics with Endogenous Technical Change*, New School for Social Research, Nueva York (mimeo).
- Solow, Robert M. (1956). "El cambio técnico y la función de producción agregada", en N. Rosenberg, *Economía del cambio tecnológico*, Lecturas del *Trimestre Económico*, FCE, núm. 31, México, 1979.
- Toharia, Luis (1983). *El mercado de trabajo: teorías y aplicaciones*, Alianza Universidad Textos, Madrid.
- Vernon, Raymond (1966). "La inversión internacional y el comercio internacional en el ciclo de productos", en N. Rosenberg, *Economía del cambio tecnológico*, Lecturas de *El Trimestre Económico*, núm. 31, FCE, México, 1979.

