

## CAPÍTULO 5

### TEORÍA DEL CRECIMIENTO ENDÓGENO

Los modelos neoclásicos vistos en el capítulo dos han mostrado resultados similares entre sí: estacionariedad del producto per cápita en el largo plazo, la necesidad de tecnología exógena para lograr el crecimiento del producto per cápita y convergencia de los distintos países al margen de las condiciones iniciales. Según estos modelos puede haber crecimiento a largo plazo solo si existen mejoras tecnológicas, pero no hay progreso tecnológico dentro del propio modelo, por esta razón el progreso tecnológico debe suponerse exógeno. De la revisión de los modelos neoclásicos se concluye que, si deseamos explicar los determinantes del crecimiento económico a largo plazo, sin recurrir a factores exógenos, debemos abandonar algunos de sus supuestos. El abandono de alguno de los supuestos neoclásicos con este fin da lugar a la teoría del crecimiento endógeno o nueva teoría del crecimiento (EGT por su nombre en inglés). Según esta teoría, la endogeneidad significa crecimiento económico desde dentro de un sistema, que usualmente es el Estado nación (We 1994).

La nueva teoría de crecimiento está principalmente representada por el trabajo de Paul Romer (1986; 1990), Robert Lucas (1988), Robert Barro (1990) y Sergio Rebelo (1991). Sin embargo, estos desarrollos tienen como antecedente el seminal trabajo de Arrow (1962) y el trabajo de Frankel (1962). En general, estos modelos surgen ante la necesidad de explicar tres hechos en los que la teoría neoclásica había fallado:

- En primer lugar, los modelos de crecimiento endógeno debían explicar por qué las economías de los países industrializados producen cantidades mucho mayores que las de hace un siglo o más. Según Paul Romer (1990: S71), el producto por hora trabajada en los Estados Unidos es ahora diez veces el producto por hora trabajada hace cien años. La explicación estaría en el cambio tecnológico.

- Segundo, había que explicar el crecimiento del capital humano, es decir, el desarrollo de una fuerza de trabajo efectiva, como resultado de las nuevas tecnologías educativas.
- Finalmente, debía explicarse la divergencia sistemática en el crecimiento de las economías del mundo.

Entre las principales herramientas teóricas utilizadas por los modelos de crecimiento endógeno, se encuentran las funciones de producción con rendimientos constantes o crecientes a factores de producción acumulables, la introducción de factores de educación y capacitación en el trabajo, bajo la forma de capital humano, y el desarrollo de nuevas tecnologías para el mercado mundial. Con estos cambios introducidos al modelo neoclásico tradicional, se halló que el crecimiento del producto puede ser indefinido, pues los retornos a la inversión del capital, en sentido amplio (es decir, que incluye el capital humano) no necesariamente se reduce a medida que la economía se desarrolla. En este proceso, la difusión del conocimiento y las externalidades producidas por el avance tecnológico son cruciales, pues compensan la tendencia de los rendimientos marginales decrecientes ante la acumulación del capital.

Además, para esta teoría, el crecimiento económico no es totalmente independiente de la política económica, pues esta tiene efectos permanentes sobre el crecimiento de largo plazo. Esta es una clara diferencia con respecto a los modelos neoclásicos, en los cuales el crecimiento de largo plazo es totalmente independiente de los cambios de política económica, pues sus efectos en el producto per cápita son temporales. Por último, la teoría de crecimiento endógeno es útil para los países subdesarrollados, porque ofrece una alternativa de desarrollo sin dependencia del comercio, a diferencia de otras teorías para las cuales el comercio es el motor del crecimiento.

## 1. LA NUEVA TEORÍA DEL CRECIMIENTO

Durante los años cuarenta y cincuenta, la teoría del crecimiento económico se desarrolló a través de los trabajos de los economistas keynesianos y neoclásicos. Sin embargo, en la década de los setenta, el interés por los temas de crecimiento estaba extinguiéndose. (Barro & Sala-i-Martin 1995). No obstante, a finales de 1980 el crecimiento económico volvería al centro del debate teórico gracias a las contribuciones de la nueva teoría del crecimiento.

En esta sección se presenta el surgimiento de la teoría del crecimiento endógeno, se introduce el modelo simple de tecnología  $AK$ , enfatizando las diferencias entre las funciones de producción neoclásica y la función de coeficientes fijos; y finalmente se desarrolla el modelo de Barro (1990) con gasto público e impuestos. En las secciones siguientes se desarrollan los modelos de primera y segunda generación. En la cuarta

sección se presentan algunas consideraciones sobre el crecimiento endógeno relacionadas con el tema de la convergencia, la competencia imperfecta y las instituciones. El capítulo concluye señalando recomendaciones de política económica para el crecimiento de largo plazo de acuerdo con la teoría del crecimiento endógeno.

### **El surgimiento de la teoría del crecimiento endógeno**

Uno de los principales aportes de la teoría del crecimiento endógeno ha sido haber reorientado la atención de las investigaciones de los economistas en torno a la teoría del crecimiento (Sala-i-Martin 2002: 5). Luego de su apogeo entre la década de 1930 y mediados de la década de 1960, la literatura económica perdió interés en el tema del crecimiento económico (Dutt 2003: 67). En los años setenta, el interés se hallaba enfocado en el campo de la macroeconomía, centrándose en los desarrollos del ciclo económico, las expectativas racionales y los temas de desempleo, dado el contexto de crisis debido a la caída del sistema de Bretton Woods y al estancamiento provocado por el alza de los precios del petróleo.

Sin embargo, el agotamiento en la teoría del crecimiento se debía también a factores internos y metodológicos: la ausencia de datos de series de tiempo confiables para un número representativo de países, la escasa evidencia empírica y las dificultades para realizar estudios empíricos que permitieran comprobar las implicancias de los modelos, fueron aspectos que desanimaron a los economistas de continuar el trabajo en la teoría del crecimiento (Medina-Smith 1996).

Se produjo además un distanciamiento entre la teoría del crecimiento y la teoría del desarrollo, a pesar de que empíricamente se encuentran entrelazadas. Mientras el interés por los temas de crecimiento económico se apagaba, la teoría del desarrollo económico se acercaba más a las ciencias sociales como la Antropología, la Sociología y la Ciencias Política, alejándose progresivamente de la teoría del crecimiento. De este modo, la teoría del crecimiento se distanció de la realidad que buscaba explicar (Bardhan 1993).

En los años ochenta, los desarrollos de diversos autores retomaron los temas de crecimiento desde una perspectiva neoclásica extendida para incorporar nuevas características que permitieran explicar mejor los hechos estilizados del crecimiento. La nueva teoría del crecimiento contribuyó al renacimiento del crecimiento económico mediante la introducción de nuevos temas (De Mattos 1999: 190), entre ellos, la endogeneidad del progreso técnico, la importancia de la acumulación de capital humano, el aprendizaje en el trabajo, la relevancia de la inversión en investigación y desarrollo (I&D), la competencia imperfecta, las externalidades producto de la difusión del conocimiento, los retornos crecientes a escala, la importancia de las instituciones y el manejo de la política económica.

### LOS ORÍGENES DE LA TEORÍA DEL CRECIMIENTO ENDÓGENO

Como vimos en el capítulo uno, desde el nacimiento de la economía como ciencia social, el crecimiento ha sido considerado un proceso inherente al sistema de producción y distribución de la economía capitalista y que, por lo tanto, podía ser explicado por los economistas. Los clásicos se mostraban muy preocupados por hallar estas explicaciones acerca de la causa del crecimiento y sus restricciones. Paradójicamente, muchos años después, los economistas neoclásicos concluirían que el crecimiento solo puede ser explicado por factores exógenos a la estructura productiva, mejor dicho, no pudieron brindar una explicación de los determinantes del crecimiento, pues este era atribuido a factores determinados fuera del modelo neoclásico (Solow 1994: 48).

Una teoría del crecimiento endógeno se dirige a encontrar un mecanismo interno que genera crecimiento económico. Por ejemplo, la tradición smithiana y kaldoriana interpreta el crecimiento endógeno como la interacción entre la división del trabajo, la actividad de inventos y el tamaño del mercado. Marx y Schumpeter asociaron el crecimiento endógeno con la presión de la competencia sobre el comportamiento innovador de la clase capitalista y empresarial, respectivamente (Cesaratto 1999: 787).

Adam Smith (1776) consideraba que la extensión del mercado, la cual brinda posibilidades de especialización y división social del trabajo, permitía aumentos en la productividad de los trabajadores posibilitando una mayor especialización e innovaciones. Este incremento en la productividad se traduce en un incremento en la competitividad, lo cual permite penetrar otros mercados, ampliando así la extensión del mercado. En suma, la especialización y la extensión del mercado dan lugar a retornos a escala crecientes en la economía. Como se verá más adelante, los retornos crecientes son un tema recurrente en la nueva teoría del crecimiento. Al respecto, Kurz y Salvadori (2003) presentan un artículo que relaciona los modelos de crecimiento endógeno con las explicaciones de crecimiento brindada por los clásicos, en especial en el trabajo de David Ricardo (1817). Los autores señalan que la nueva teoría del crecimiento implica un retorno a los modos de pensamiento y el método de análisis característicos de los autores clásicos (Kurz & Salvadori 2003: 67).

A principio del siglo XX, Joseph Schumpeter se centró en los cambios en la tecnología, su origen y difusión, para explicar las fluctuaciones sufridas por las economías capitalistas, que el autor consideraba inherentemente inestables. Estas fluctuaciones de corto plazo, causadas por las innovaciones tecnológicas llevadas a cabo por «el empresario innovador», producían un efecto claramente dinámico en el sistema capitalista en el largo plazo (Medina-Smith 1996). Los modelos de crecimiento endógeno retomarán, posteriormente, la importancia de la innovación tecnológica como una de las principales explicaciones del crecimiento.

Naturalmente, estos temas han contribuido a la reconciliación de la teoría del crecimiento con la teoría del desarrollo, ampliando la visión económica más allá del ámbito de la producción. Sin embargo, esta nueva atención recibida por la teoría del crecimiento no se debe exclusivamente a los desarrollos de la nueva teoría. También existen factores coyunturales, como el bajo crecimiento experimentado en Occidente y el rápido crecimiento de países del este asiático, que explican el interés brindado nuevamente al crecimiento (Dutt 2003: 94).

Otro importante aporte de la teoría del crecimiento endógeno, es la generación de nuevos datos empíricos. En particular, los nuevos desarrollos de crecimiento requerían bases de datos con variables que pudieran medir aspectos sociales, a diferencia de las primeras bases utilizadas en la teoría del crecimiento (Sala-i-Martin 2002: 6). En este sentido, el desarrollo teórico y la aplicación de la paridad del poder de compra (PPP por sus siglas en inglés), que permitió hacer comparables los datos internacionales del producto bruto interno de los países, también contribuyó al renovado interés por la teoría del crecimiento (Dutt 2003: 94).

Por otro lado, la nueva teoría presta mayor atención a las implicancias empíricas de los distintos modelos planteados en comparación con las escuelas anteriores. Sala-i-Martin señala: «La literatura neoclásica de los años sesenta relacionaba la teoría con la evidencia simplemente ‘mencionando’ una cantidad de hechos estilizados (tales como los ‘hechos’ de Kaldor) demostrando que la teoría propuesta era coherente con uno, dos, o tal vez más de estos ‘hechos’» (Sala-i-Martin 2002: 6). De este modo, la posibilidad de comprobación en la realidad empírica de los distintos modelos ha motivado nuevos debates, reavivando la preocupación por los temas de largo plazo en la macroeconomía.

La nueva teoría de crecimiento, representada en los trabajos de Paul Romer (1986; 1987; 1990), Robert Lucas (1988), Robert Barro (1990) y Sergio Rebelo (1991), retoma diversos planteamientos realizados durante la década de los sesenta, por autores como Kaldor (1944; 1966), Nelson y Winter (1959), Salter (1960), Arrow (1962), Schmookler (1962), Uzawa (1965), Shell (1966), Mirrlees (1967) y Sheshinski (1967) (Medina-Smith 1996). Por este motivo, la nueva teoría ha sido cuestionada, pues, según sus críticos, en realidad no representa una innovación significativa en la teoría del crecimiento.

Amitava Krishna Dutt (2003) señala que la nueva teoría solo es innovadora si se ignora las contribuciones pasadas de muchos autores que no pertenecen a la escuela neoclásica (2003: 67). Dutt (2003: 78-79) resalta tres críticas encontradas en la literatura en relación a la novedad del aporte de la teoría del crecimiento endógeno. En primer lugar, los principales desarrollos de la nueva teoría eran conocidos por muchos autores de escuelas anteriores, incluyendo a Adam Smith, Karl Marx, Allyn Young, Nicholas Kaldor, entre otros. El aporte de la nueva teoría constituye en la formalización de las

ideas teóricas de estos autores. En segundo lugar, estas formalizaciones no difieren significativamente de formalizaciones presentadas por autores en la década de los sesenta, en especial Arrow (1962) y Uzawa (1965). En tercer lugar, Dutt (2003) sostiene que las propiedades analíticas de los modelos de crecimiento eran conocidas anteriormente, pero fueron dejadas de lado porque se las consideraba poco realistas. Al respecto, Richard Nelson (1997) critica que estos modelos adoptan estilizadamente aportes sobre avance técnico documentados por otros autores (De Mattos 1999: 192). Por su parte, Hussein y Thirlwall sostienen que el modelo básico de crecimiento endógeno basado en una función de producción lineal (del tipo  $AK$ ) solo representa un retorno al modelo de Harrod-Domar (2000: 432).

Aparte de las críticas en relación a la novedad de la teoría del crecimiento endógeno, también se ha criticado ciertas debilidades de la nueva teoría. El aporte más resaltante que se esperaba de esta teoría era la formalización de la dinámica de cambio tecnológico en los modelos de crecimiento. Sin embargo, estas expectativas no han quedado completamente satisfechas. La principal crítica aborda el incompleto tratamiento realizado por los modelos de la nueva teoría de los factores subyacentes al cambio técnico (Dutt 2003: 79). Richard Nelson (1997) critica el tratamiento simplificado que reciben las instituciones en las que operan las firmas que desarrollan la tecnología y la falta de atención a los factores detrás de la generación del cambio técnico (De Mattos 1999: 193).

Por su parte, Robert Solow (1994) señala que la mayoría de modelos no han abordado el tema del progreso tecnológico endógeno de forma directa (1994: 48-49), solo han relajado algunos de los supuestos básicos del modelo neoclásico. En especial, Solow critica la eliminación del supuesto de rendimientos marginales decrecientes del capital (Solow 1994: 49-50; De Mattos 1999: 193). Sin embargo, Solow reconoce que la inclusión de aspectos de competencia imperfecta, derivada de los desarrollos seminales de Dixit y Stiglitz (1977), ha sido una importante contribución de los modelos de crecimiento endógeno.

**NOTA ACLARATORIA**

La mayoría de modelos de crecimiento endógeno que se desarrollarán en este capítulo asumen una tasa de ahorro endógena basándose en el modelo de Ramsey, Cass y Koopmans que vimos en el capítulo dos, en lugar de utilizar una tasa de ahorro exógena como en el modelo de Solow (1956). Este supuesto también ha sido duramente criticado, principalmente por Robert Solow (Dutt 2003: 76).

Solow señala: «no veo ningún valor social en utilizar esta construcción, que Ramsey presentó como una representación de la toma de decisiones de un hacedor de política idealizado, como si fuera un modelo descriptivo de una economía industrial capitalista. De todos modos, añade poco o nada a la historia, mientras que la complica con innecesarias e implausibles complejidades» (1994: 49).

En este capítulo se presentan las formalizaciones de los modelos de crecimiento endógeno utilizando el supuesto de que la tasa de ahorro (o la propensión a ahorrar) es exógena. No obstante, los resultados obtenidos no difieren de los resultados de las formalizaciones originales de los autores presentados.

Se ha cuestionado también la capacidad de los modelos de la nueva teoría de explicar las tendencias actuales en el crecimiento de la productividad de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD por sus siglas en inglés) y de Asia (Dutt 2003: 79). Finalmente, se cuestionan la falta de inclusión de factores de demanda y desempleo en los modelos de crecimiento endógeno (Dutt 2003: 67-68; Bhaduri 2006: 69 y, para una extensión del modelo neoclásico que incorpora elementos de demanda efectiva, Bhaduri 2006). En este sentido, la teoría del crecimiento endógeno se mantiene dentro de la teoría neoclásica pues asume que el pleno empleo se mantiene debido a la flexibilidad de los salarios (Dutt 2003: 79).

**El modelo simple de tecnología *AK***

Como vimos en el capítulo dos, dado que los supuestos neoclásicos no permiten introducir el progreso tecnológico dentro del modelo, para explicar el crecimiento del producto per cápita, el progreso técnico debe suponerse exógeno. Para explicar el crecimiento a largo plazo, la teoría del crecimiento endógeno abandona algunos supuestos del modelo neoclásico. Este modelo de crecimiento endógeno con tecnología *AK*, también conocido como modelo lineal de crecimiento endógeno, tiene como antecedente el modelo propuesto por Uzawa (1965) (Romer 1994: 16). Dentro de este tipo de modelos se encuentran los trabajos de Romer (1987), Lucas (1988) y Rebelo (1991) (Jones 2001).

En 1991, Sergio Rebelo presentó su trabajo «Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth», en el cual resalta que puede haber crecimiento a largo plazo si existen mejoras tecnológicas. Se abandona entonces la función de producción neoclásica y es reemplazada por una función lineal en el *stock* de capital. De este modo, Rebelo propone un modelo de crecimiento endógeno con retornos constantes a escala. En este modelo, existen dos tipos de factores de producción, los factores reproducibles, aquellos que pueden ser acumulados en el tiempo (por ejemplo, capital físico y capital humano), y los no reproducibles, aquellos que permanecen constantes en todos los períodos (por ejemplo, tierra).

El autor señala que «los retornos crecientes a escala y las externalidades no son necesarias para generar crecimiento endógeno. Mientras exista un *core* de bienes de capital cuya producción no requiera de factores no reproducibles, el crecimiento endógeno es compatible con tecnologías de producción que exhiben retornos constantes a escala» (Rebelo 1991: 34).

### **Función de producción de tecnología $AK$**

Sea la función de producción:

$$Y = F(K) = AK$$

Esta función es lineal en el *stock* de capital, donde el parámetro  $A$  es una constante. Es denominada función de producción de tecnología  $AK$ . En ella,  $K$  incorpora el capital físico y el capital humano. La función de producción ignora totalmente la existencia de trabajo y todos sabemos que se necesitan trabajadores para producir bienes y servicios. Sin embargo, si se incluye el concepto del capital humano esto no debe sorprender. Hay que gastar una serie de recursos (en forma de alimentación, medicamentos, educación, etcétera) para formar trabajadores. Por lo tanto, el factor trabajo necesita inversión. Nuestro supuesto de que el trabajo crece a una tasa  $n$  considera que ello ocurre de manera gratuita, sin gasto de recursos.

El factor trabajo, se dice, aumenta de manera parecida a cómo aumenta el capital: sacrificando consumo actual. Por lo tanto, el capital y el trabajo son en realidad dos tipos de capital diferentes, físico y humano, es decir, ambos son capital. En este tipo de modelos, no existen rendimientos marginales decrecientes con respecto al capital total  $K$ , porque este *stock* representa la sumatoria de distintos componentes de capital, de modo que mientras aumenta el factor capital, al no haber otro factor, no hay lugar para los rendimientos marginales decrecientes. Si todos los *inputs* de la función de producción son capital y existen rendimientos constantes a escala, la función de producción debe tener la forma  $AK$ .

### Propiedades de la función de producción $AK$

- La función  $AK$  exhibe rendimientos constantes a escala: Un incremento en los factores en determinada proporción ( $\lambda$ ), incrementa el producto final en la misma proporción.

$$Y_0 = f(K) = AK_0 \quad \rightarrow \quad Y_1 = f(\lambda K_0) = \lambda Y_0$$

Esta propiedad es también conocida como homogeneidad de primer grado. Nótese que si  $\lambda = 1/L$ , entonces la función de producción puede expresarse en términos per cápita. Debido a que la función es homogénea de primer grado, el producto per cápita, o la productividad media del trabajo es igual a:

$$Y = f(K) = AK \quad \rightarrow \quad \frac{Y}{L} = f\left(\frac{K}{L}\right) = A\left(\frac{K}{L}\right)$$

$$y = f(k) = Ak$$

Donde  $y = \frac{Y}{L}$  y  $k = \frac{K}{L}$ .

- Exhibe rendimientos marginales positivos pero no decrecientes: la producción es creciente en el factor capital. Esto implica que a medida que el factor capital se incrementa, la producción también aumentará. Como vimos en los capítulos uno y dos, la función de producción neoclásica presenta rendimientos marginales positivos y decrecientes. Es decir, si bien la producción aumenta con el incremento de alguno de los factores, mientras el otro factor permanece constante, la producción aumenta cada vez menos con los incrementos del factor variable. Por el contrario, en la función de producción de tecnología  $AK$ , el único factor es el capital (el cual incorpora el capital físico y humano), por lo tanto, no hay rendimientos decrecientes en la medida en que es el único factor en la función de producción. La función de producción  $AK$  expresa este hecho: la productividad del capital es constante. La ausencia de rendimientos marginales decrecientes se aprecia en la segunda derivada de la función de producción con respecto al capital que es igual a cero.

$$F'(K) = A > 0 \quad , \quad F''(K) = 0$$

- No satisface las condiciones de Inada. Como se mencionó en el capítulo uno, las condiciones de Inada establecen que la productividad marginal de los factores de producción tiende a cero cuando la cantidad del factor tiende a infinito, y tiende a infinito si la cantidad utilizada de factor tiende a cero. Estas propiedades eran satisfechas por la función de producción neoclásica. Sin embargo, en el caso de la

función de producción de tecnología  $AK$ , la productividad marginal del capital siempre es igual a  $A$ , por lo tanto, independientemente de si  $AK$  tiende a cero o infinito, la productividad marginal del capital tiende a  $A$ .

$$PMg(K) = F'(K) = A$$

$$\lim_{K \rightarrow 0} PMg(K) = \lim_{K \rightarrow 0} (A) = A \neq 0$$

$$\lim_{K \rightarrow \infty} PMg(K) = \lim_{K \rightarrow \infty} (A) = A \neq 0$$

### Variación de la relación capital–trabajo

Si utilizamos la identidad macroeconómica  $I = S$ , y siguiendo el mismo procedimiento del capítulo dos para hallar la ecuación fundamental del modelo de crecimiento neoclásico, tenemos que:

$$S = sY \quad , \quad I = \dot{K} + \delta K$$

$$I = S \quad \rightarrow \quad \dot{K} + \delta K = sY$$

En términos per cápita, tenemos:

$$\frac{(\dot{K})}{L} + \delta \frac{K}{L} = s \frac{Y}{L} \quad \rightarrow \quad \frac{(\dot{K})}{L} + \delta k = sy$$

Además, sabemos que  $(\dot{K})/L$  es igual a  $\dot{k} + nk$ , pues,

$$\dot{k} = \left( \frac{\dot{K}}{L} \right) = \frac{\dot{K}L - K\dot{L}}{L^2} = \frac{\dot{K}}{L} - \frac{K}{L} \frac{\dot{L}}{L} = \frac{\dot{K}}{L} - nk$$

$$\frac{\dot{K}}{L} = \dot{k} + nk$$

Volviendo a la igualdad ahorro–inversión en términos per cápita:

$$\dot{k} + nk + \delta k = sy$$

$$sy = \dot{k} + (n + \delta)k \quad \rightarrow \quad sAk = \dot{k} + (n + \delta)k$$

Por tanto, la tasa de crecimiento del capital per cápita se puede expresar como sigue:

$$\frac{\dot{k}}{k} = sA - (n + \delta) > 0$$

$$sA > n + \delta$$

Esto nos indica que la relación capital–trabajo ( $k$ ) crece a una tasa constante siempre, independientemente del nivel del *stock* de capital. Como se recordará, el estado estacionario en los modelos neoclásicos está caracterizado por la invariabilidad de la relación capital–trabajo. Es decir, en el estado estacionario, la tasa de crecimiento del capital per cápita es cero. Como acabamos de ver, en la función de producción  $AK$ , el capital per cápita siempre crece a una tasa constante. De este modo, no se predice convergencia hacia ningún estado estacionario.

Bajo este enfoque, podemos decir adicionalmente que las condiciones iniciales de ahorro ( $s$ ) y productividad ( $A$ ) son las que diferencian el crecimiento entre los países. Asimismo, la inversión neta que aumenta la relación capital–trabajo no es cero, es decir, no solo se invierte para reponer capital depreciado sino para incrementar la relación capital–trabajo. Por otro lado, a diferencia de la función de producción neoclásica, el efecto negativo de un *shock* natural (un terremoto, por ejemplo) sobre el *stock* de capital es *permanente*. La economía no recupera el *stock* de capital debido a que su crecimiento es *constante*.

### Crecimiento del producto per cápita

Tomando logaritmos y derivando con respecto al tiempo la función de producción per cápita, obtenemos el crecimiento del producto per cápita, que es igual a la suma de las tasas de crecimiento de  $A$  y el capital per cápita. Puesto que  $A$  es constante, su tasa de crecimiento es nula. Por lo tanto, la tasa de crecimiento del producto per cápita es igual a la tasa de crecimiento del capital per cápita.

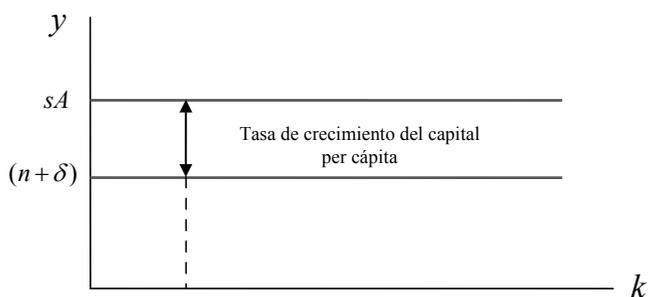
$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{A}}{A} + \frac{\dot{k}}{k} \rightarrow \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} = sA - (n + \delta)$$

$$sA > n + \delta$$

Así, el producto per cápita crece a una tasa constante, pues la diferencia es igual a una constante mayor que cero. Además, el producto per cápita crece sin incorporar cambio tecnológico exógeno, entonces hay tecnología endógena que se está expresando en el crecimiento del producto per cápita. Asimismo, en este modelo la producción y el consumo per cápita crecen todos a la misma tasa que el *stock* de capital per cápita. El residuo de Solow se encuentra determinado dentro de la ecuación del crecimiento. Por otra parte, las tasas de crecimiento del producto y el *stock* de capital están determinadas por factores de oferta. Estos elementos toman relevancia en el crecimiento de largo plazo, dejando de lado a los factores de demanda.

El gráfico 5.1 muestra la tasa de crecimiento del *stock* de capital per cápita. Como vemos, esta tasa es constante independientemente del valor del *stock* de capital. Una de las principales implicancias de la sustitución de los rendimientos marginales decrecientes del capital por rendimientos constantes, es la importancia de la inversión en el crecimiento a largo plazo, elemento que brinda el carácter de endógeno a este tipo de modelos, pues la tasa de crecimiento ya no depende de factores exógenos (Hussein & Thirlwall 2000: 427).

**Gráfico 5.1**  
Tasa de crecimiento del capital per cápita en el modelo *AK*



Hussein y Thirlwall (2000) señalan que los economistas de la nueva teoría del crecimiento no abandonan del todo el supuesto de que el capital físico exhibe rendimientos marginales decrecientes, por ello incluyen el capital humano dentro del concepto de capital para justificar los rendimientos constantes. De este modo, el modelo *AK* es muy similar al modelo de Harrod-Domar, la diferencia radica en que, en el modelo de Harrod-Domar, el factor capital solo alude al capital físico (Hussein & Thirlwall 2000: 427-428).

La tasa de crecimiento del producto se puede hallar a partir de la tasa de crecimiento del producto per cápita:

$$\frac{dy}{y} = sA - (n + \delta)$$

$$\frac{dy}{y} + n = sA - \delta$$

Como sabemos:

$$\frac{dY}{Y} = \frac{dy}{y} - n$$

Entonces, la tasa de crecimiento del producto es igual a:

$$\frac{dY}{Y} = sA - \delta$$

**Cuadro 5.1**  
**Comparación entre el modelo neoclásico y el modelo AK**

| Modelo neoclásico  | Modelo de crecimiento endógeno  |
|--|---|
| Una vez alcanzado el estado estacionario, el producto per cápita no crece a menos que se asuma la existencia de progreso técnico que crece de manera continua y exógena.   | La tasa de crecimiento del producto per cápita es positiva sin necesidad de suponer que alguna variable crece continua y exógenamente. Por eso se llama crecimiento endógeno.   |
| El producto per cápita crece a la tasa de crecimiento del progreso técnico, la cual es exógena al sistema.   | La tasa de crecimiento está determinada por factores visibles: economías con tasas de ahorro grandes crecen más.  |
| La relación capital–producto varía hasta llegar al estado estacionario. Una vez alcanzado el estado estacionario, esta relación permanece fija.  | La relación capital–producto está fija y es igual al parámetro $A$ .  |
| El modelo está caracterizado por la existencia de un equilibrio de estado estacionario, en el cual la tasa de crecimiento del capital per cápita es cero. La trayectoria hacia el estado estacionario está garantizada por el hecho de que la tasa de crecimiento del capital guarda una relación inversa con el nivel alcanzado por el <i>stock</i> de capital.           | No hay estado estacionario ni, por lo tanto, transición. Siempre se crece a una tasa constante $sA - (n + \delta)$ , con independencia del valor que adopta el <i>stock</i> de capital. El crecimiento del producto puede ser indefinido pues los retornos a la inversión del capital no se reducen a medida que la economía crece. |
| La tasa de crecimiento está inversamente relacionada con el nivel de capital y del producto. A mayores niveles de capital y producto, más lento es el crecimiento de la economía. Por lo tanto, se predice convergencia absoluta (si las economías comparten niveles similares de tecnología) o condicional (convergencia al propio estado estacionario de cada economía). | No hay relación entre la tasa de crecimiento y el nivel alcanzado por el ingreso nacional.<br><br>No predice convergencia ni condicional ni absoluta.   |
| Los efectos de una recesión temporal no tienen mayor implicancia en el largo plazo. Si $K$ disminuye por una catástrofe, la tasa de crecimiento aumentará, pues a menores niveles de <i>stock</i> de capital la productividad marginal es más alta.  | Los efectos de una recesión temporal, son permanentes. Si $K$ disminuye por una catástrofe, la tasa de crecimiento continuará siendo la misma y por tanto la pérdida sufrida se hará permanente.  |

| Modelo neoclásico   | Modelo de crecimiento endógeno  |
|---|---|
| <p>La economía puede ser dinámicamente ineficiente. Hay ineficiencia cuando la tasa de interés en el estado estacionario es inferior a la tasa de crecimiento agregado. Solo cuando la economía se encuentra operando con el nivel de capital de la regla de oro, es decir, aquel que maximiza el consumo per cápita, no se producirá ineficiencia dinámica, pues la tasa de interés será igual a la tasa de crecimiento.</p> | <p>La economía con tecnología <math>AK</math> no puede ser dinámicamente ineficiente.</p>   |
| <p>Existe un residuo en la contabilidad de crecimiento. Es decir, el incremento del producto no se explica por completo con el incremento de los factores. Este residuo suele ser atribuido a factores tecnológicos exógenos al modelo.</p>   | <p>Podemos afirmar, en general, que el residuo de Solow es determinado dentro de la ecuación de crecimiento a través de diversas formas: capital humano, provisión de infraestructura pública (gasto público), investigación y desarrollo, inversión extranjera, entre otras determinantes.</p> |

De otra manera, diferenciando la función de producción  $Y = AK$  y dividiendo entre el nivel de producto, obtenemos:

$$dY = AdK$$

$$\frac{dY}{Y} = A \frac{dK}{Y}$$

Como  $I = dK + \delta K$ , entonces:

$$\frac{dY}{Y} = A \frac{(I - \delta K)}{Y}$$

$$\frac{dY}{Y} = A \frac{I}{Y} - A \frac{\delta K}{Y}$$

$$\frac{dY}{Y} = As - \delta \frac{AK}{Y} = sA - \delta \frac{Y}{Y}$$

$$\frac{dY}{Y} = sA - \delta$$

Esta ecuación es igual a la tasa de crecimiento del producto en los modelos de Harrod y Domar vistos en el capítulo uno, donde el parámetro  $A$  de los modelos  $AK$ , es decir, el producto medio del capital, es igual a la inversa del parámetro  $\nu$  de los modelos de Harrod y Domar. Esta conclusión llevó a autores como Hussein y Thirlwall a afirmar que la nueva teoría del crecimiento no es tan novedosa (2000: 432).

En este capítulo veremos modelos de crecimiento endógeno con funciones de producción distintas a la que acabamos de presentar; sin embargo, la función de producción  $AK$  es una referencia de comparación útil, a la que volveremos en varias ocasiones. La diferencia fundamental en la forma de las funciones de producción genera resultados bastante disímiles entre los modelos neoclásicos y los modelos de crecimiento endógeno. Las principales diferencias se resumen en el cuadro 5.1.

### El modelo de Barro con gasto público e impuestos

En su trabajo «Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth» de 1990, Robert Barro presentó un modelo de crecimiento endógeno que incorpora el gasto del sector público e impuestos con una función de producción que exhibía retornos constantes a escala. Este modelo, permite analizar el tamaño óptimo del gobierno y la relación entre este, el crecimiento y la tasa de ahorro.

#### El modelo

Se define la función de producción como:

$$(1) Y = AK^\alpha G^{1-\alpha}$$

Donde ( $0 < \alpha < 1$ ) y  $G$  es la cantidad de servicios públicos provistos por el gobierno a los productores. Se asume que no se realizan pagos del sector privado por la provisión de estos servicios y además no se produce congestión en el uso de estos. De este modo, el gasto público se introduce como una externalidad del sector público hacia el sector privado; sin embargo, el modelo abstrae las externalidades asociadas al uso de servicios públicos, como la congestión. Acerca de la introducción del gobierno en la función de producción, Barro señala: «considero inicialmente el rol de los servicios públicos como un insumo a la producción privada. Es este rol productivo el que crea el vínculo potencialmente positivo entre la intervención del gobierno y el crecimiento» (1990: 7). Asimismo, el modelo asume que la función de producción presente retornos constantes a escala, pero productividad marginal decreciente en el factor capital mientras el gasto público se mantenga constante. Dividiendo la ecuación (1) entre la fuerza laboral, se obtiene la función de producción en términos per cápita.

$$(2) \quad y = Ak^\alpha g^{1-\alpha}$$

El gobierno financia su gasto cobrando un impuesto a la renta. Por lo tanto, el ingreso neto de impuestos de los agentes de la economía, también llamado ingreso disponible ( $y^d$ ), es igual a:

$$(3) \quad y^d = y - t_y y = (1 - t_y)y$$

Donde  $t_y$  es la tasa de impuesto a la renta. Asimismo, se define la inversión per cápita y el ahorro per cápita, respectivamente, como:

$$(4) \quad \frac{I}{L} = \dot{k} + (n + \delta)k$$

$$(5) \quad \frac{S}{L} = sy^d = s(1 - t_y)y$$

La ecuación (4) implica que el nivel de inversión de la economía es el suficiente para reponer el capital depreciado ( $\delta k$ ), dotar de capital a la nueva fuerza laboral ( $nk$ ) y además incrementar el *stock* de capital ( $\dot{k}$ ). Por su parte, la ecuación (5) establece que el ahorro per cápita es igual a una proporción  $s$  del ingreso disponible. Partiendo de la condición dinámica de equilibrio,  $I = S$ , tenemos que:

$$(6) \quad s(1 - t_y)y = \dot{k} + (n + \delta)k$$

Dividiendo la ecuación (6) entre  $k$  y ordenándola, obtenemos:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{s(1 - t_y)y}{k} - (n + \delta)$$

Reemplazando la función de producción per cápita en esta ecuación, tenemos la tasa de crecimiento de la intensidad de capital o tasa de crecimiento del capital per cápita:

$$(7) \quad \frac{\dot{k}}{k} = \frac{s(1 - t_y)Ak^\alpha g^{1-\alpha}}{k} - (n + \delta)$$

Suponiendo que el gobierno mantiene su presupuesto equilibrado, la restricción presupuestaria del gobierno está dada por:

$$(8) \quad t_y Ak^\alpha g^{1-\alpha} = g$$

Despejamos el gasto per cápita de la última ecuación:

$$t_y Ak^\alpha = \frac{g}{g^{1-\alpha}}$$

$$g^\alpha = t_y A k^\alpha$$

$$(9) \quad g = (t_y A)^{\frac{1}{\alpha}} k$$

Reemplazando el valor del gasto público per cápita hallado en la ecuación (9) en la ecuación (7), se obtiene:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{s(1-t_y) A k^\alpha \left[ (t_y A)^{\frac{1}{\alpha}} k \right]^{1-\alpha}}{k} - (n+\delta)$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{s(1-t_y) A k^\alpha (t_y A)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} k^{1-\alpha}}{k} - (n+\delta)$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = s(1-t_y) A^{1+\frac{1-\alpha}{\alpha}} k^{\alpha+1-\alpha-1} t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n+\delta)$$

$$(10) \quad \frac{\dot{k}}{k} = s(1-t_y) A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n+\delta)$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = s A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - s A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{1+\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n+\delta)$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = s A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - s A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1}{\alpha}} - (n+\delta)$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = s A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1}{\alpha}} (t_y^{-1} - 1) - (n+\delta)$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = s A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1}{\alpha}} \left( \frac{1-t_y}{t_y} \right) - (n+\delta)$$

Para hallar el producto per cápita, reemplazamos el valor del gasto per cápita ( $g$ ), hallado en la ecuación (9), en la función de producción:

$$y = A k^\alpha \left[ (t_y A)^{\frac{1}{\alpha}} k \right]^{1-\alpha}$$

$$y = Ak^\alpha (t_y A)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} k^{1-\alpha}$$

$$y = A^{1+\frac{1-\alpha}{\alpha}} t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} k^{\alpha+1-\alpha}$$

$$(11) \quad y = A^\alpha t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} k$$

En esta ecuación se aprecia que, para una tasa impositiva constante, el producto per cápita es proporcional al *stock* de capital per cápita como en la función simple de tecnología  $AK$  (Barro 1990). La diferencia está en que el parámetro  $A$  de la función simple es reemplazado en este caso por  $A_G$ , de modo que la ecuación (11) se expresa como:

$$y = A_G k \quad , \quad A_G = A^\alpha t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$$

Para hallar la tasa de crecimiento del producto per cápita, tomamos logaritmos y derivamos con respecto al tiempo:

$$\ln y = \frac{1}{\alpha} \ln A + \frac{1-\alpha}{\alpha} \ln t_y + \ln k$$

$$\frac{d \ln y}{dt} = \frac{1}{\alpha} \frac{d \ln A}{dt} + \frac{1-\alpha}{\alpha} \frac{d \ln t_y}{dt} + \frac{d \ln k}{dt}$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{1}{\alpha} \frac{\dot{A}}{A} + \frac{1-\alpha}{\alpha} \frac{\dot{t}_y}{t_y} + \frac{\dot{k}}{k}$$

Dado que, el parámetro  $A$  y la tasa impositiva ( $t_y$ ) están constantes, es decir,  $\dot{A}/A = 0$  y  $\dot{t}_y/t_y = 0$ , entonces, la tasa de crecimiento del producto per cápita es igual a la tasa de crecimiento del capital per cápita.

$$(12) \quad \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} = s(1-t_y)A^\alpha t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n+\delta)$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} = sA^\alpha t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - sA^\alpha t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n+\delta)$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} = sA^\alpha t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{1-t_y}{t_y} \right) - (n+\delta)$$

Por lo tanto, hay una relación no lineal entre la tasa de crecimiento de  $k$  y el gasto público como proporción del producto. En consecuencia, hay un valor de la tasa de tributación que maximiza la tasa de crecimiento económico. Es decir, podemos analizar la relación entre el tamaño del gobierno óptima para favorecer el crecimiento de la economía y las principales variables del sistema.

### El tamaño del gobierno óptimo para el crecimiento

En la tasa de crecimiento del *stock* de capital per cápita, ecuaciones (10) y (12), podemos analizar qué ocurre con la tasa de crecimiento, si la tasa de impuestos toma valores extremos, por ejemplo, en una economía sin gobierno (donde  $t_y$  es igual a cero) o en una economía donde el gobierno recauda en impuestos el total del producto ( $t_y$  igual a uno). Reemplazando estos valores en la ecuación (12), se aprecia que si la tasa de impuestos es cero o uno, la tasa de crecimiento es negativa:

$$\text{Si, } t_y = 0, \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{k}}{k} = s(1-0)A^\alpha (0)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n+\delta) \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{k}}{k} = -(n+\delta)$$

$$\text{Si, } t_y = 1, \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{k}}{k} = s(0)A^\alpha (1)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n+\delta) \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{k}}{k} = -(n+\delta)$$

Por lo tanto, para asegurar que la economía está creciendo, la tasa impositiva tiene que estar entre cero y uno. El modelo de Barro (1990) predice que existe un efecto negativo sobre la tasa de crecimiento del capital en países donde el tamaño del gobierno excede ciertos límites óptimos y ocurriría de igual forma en el caso de una ausencia total de gobierno. Por un lado, una tasa impositiva muy elevada implica una menor cantidad de ingreso disponible destinado al ahorro, por lo que se reduce la tasa de crecimiento. Por otro lado, elevadas tasas impositivas aumentan la producción al hacer mayor la productividad marginal del capital y de este modo se incrementa la tasa de crecimiento de la economía (Barro 1990).

Podemos mostrar la relación positiva entre la productividad marginal del capital y la tasa impositiva. Derivando la ecuación (2) con respecto a  $k$ , obtenemos la productividad marginal del capital:

$$PMg(k) = \frac{dy}{dk} = \alpha Ak^{\alpha-1} g^{1-\alpha} = \alpha A \left( \frac{g}{k} \right)^{1-\alpha}$$

Debe notarse que la productividad marginal del capital ha sido obtenida manteniendo el gasto per cápita constante. Es decir, se asume que los productores consideran

que los cambios en su *stock* de capital y producción no altera la provisión de servicios públicos.

De la ecuación (9) obtenemos el ratio  $g/k$ .

$$\frac{g}{k} = \frac{(t_y A)^{\frac{1}{\alpha}} k}{k}$$

$$\frac{g}{k} = (t_y A)^{\frac{1}{\alpha}}$$

Debemos reemplazar el ratio  $g/k$  en la productividad marginal del capital:

$$PMg(k) = \alpha A k^{\alpha-1} g^{1-\alpha}$$

$$PMg(k) = \alpha A \left( \frac{g}{k} \right)^{1-\alpha}$$

$$PMg(k) = \alpha A \left[ (t_y A)^{\frac{1}{\alpha}} \right]^{1-\alpha}$$

$$PMg(k) = \alpha A (t_y A)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$$

$$PMg(k) = \alpha A^{1+\frac{1-\alpha}{\alpha}} t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$$

$$(13) \quad PMg(k) = \alpha A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$$

En la ecuación (13) se evidencia la relación directa entre la tasa impositiva y la productividad marginal del capital. Es decir, si la tasa impositiva aumenta, la productividad marginal del capital se incrementa y, por lo tanto, aumenta también el producto de la economía.

Hay una relación no lineal entre la tasa de crecimiento de  $k$  y el gasto público como proporción del producto. En consecuencia, hay un valor de la tasa de tributación que maximiza la tasa de crecimiento económico. Para hallar la tasa tributaria que maximiza la tasa de crecimiento económico, maximizamos la ecuación (12) con respecto a  $t_y$ :

$$\text{Max}_{t_y} \frac{\dot{k}}{k} = s(1-t_y)A^{\frac{1}{\alpha}}t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n+\delta)$$

$$\frac{d\dot{k}/k}{dt_y} = s\frac{1-\alpha}{\alpha}A^{\frac{1}{\alpha}}t_y^{\frac{1-2\alpha}{\alpha}} - s\frac{1}{\alpha}A^{\frac{1}{\alpha}}t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} = 0$$

$$s\frac{1}{\alpha}A^{\frac{1}{\alpha}}\left[(1-\alpha)t_y^{\frac{1-2\alpha}{\alpha}} - t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}\right] = 0$$

$$t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} = (1-\alpha)t_y^{\frac{1-2\alpha}{\alpha}}$$

$$\frac{t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}{t_y^{\frac{1-2\alpha}{\alpha}}} = (1-\alpha)$$

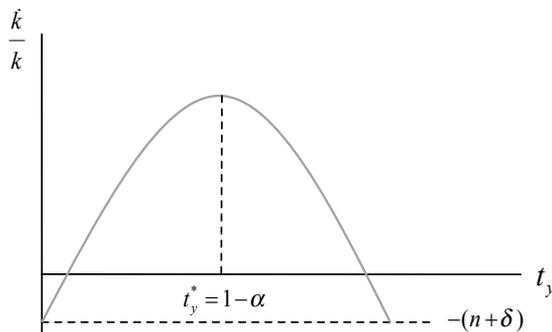
$$t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} t_y^{-\frac{1-2\alpha}{\alpha}} = (1-\alpha)$$

$$t_y^{\frac{1-\alpha-1+2\alpha}{\alpha}} = (1-\alpha)$$

$$t_y = 1-\alpha$$

Por lo tanto, la tasa impositiva que maximiza la tasa de crecimiento es igual a  $1-\alpha$ , presentada en el gráfico 5.2. Esta tasa depende únicamente del parámetro  $\alpha$ , que representa la participación de los ingresos del capital en el ingreso total.

**Gráfico 5.2**  
El tamaño óptimo del gobierno



En realidad que  $t_y$  sea igual a  $1 - \alpha$ , cuando la tasa de variación del capital per cápita alcanza un máximo, es la misma condición de participación de los ingresos del gobierno introducida en la función de producción. La participación de los ingresos del gobierno, por definición, no puede ser ni mayor ni menor a  $1 - \alpha$ .

Por otro lado, la tasa de ahorro neta de impuestos es igual a:

$$s(1-t_y) = \frac{\dot{k} + (n+\delta)k}{y}$$

$$s(1-t_y) = \frac{\dot{k}}{y} + (n+\delta) \frac{k}{y}$$

$$s(1-t_y) = \frac{\dot{k}}{k} \frac{k}{y} + (n+\delta)$$

De la ecuación (11) obtenemos la relación capital-producto:

$$y = A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} k \quad \rightarrow \quad \frac{k}{y} = \frac{1}{A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}$$

$$\frac{k}{y} = \frac{1}{A^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{\frac{1}{\alpha}} t_y^{-1}}$$

$$\frac{k}{y} = A^{-\frac{1}{\alpha}} t_y^{1-\frac{1}{\alpha}}$$

$$\frac{k}{y} = A^{-\frac{1}{\alpha}} t_y^{-\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)}$$

Reemplazando la relación capital-producto en la tasa de ahorro neta de impuestos, tenemos:

$$s(1-t_y) = \frac{\dot{k}}{k} A^{-\frac{1}{\alpha}} t_y^{1-\frac{1}{\alpha}} + (n+\delta) A^{-\frac{1}{\alpha}} t_y^{1-\frac{1}{\alpha}}$$

$$(14) \quad s(1-t_y) = \left( A^{-\frac{1}{\alpha}} t_y^{-\frac{(1-\alpha)}{\alpha}} \right) \frac{\dot{k}}{k} + \left( A^{-\frac{1}{\alpha}} t_y^{-\frac{(1-\alpha)}{\alpha}} \right) (n+\delta)$$

En la ecuación (14), se aprecia que la tasa de ahorro neta de impuestos es mayor que la tasa de crecimiento de la economía. Debido a que el ratio capital-producto disminuye con los incrementos de la tasa impositiva ( $t_y$ ), conforme  $t_y$  aumenta de cero

a uno, la tasa de ahorro alcanza su máximo antes de que la tasa de crecimiento lo haga. Es decir, valores de  $t_y$  menores a  $1 - \alpha$  maximizan la tasa de ahorro.

## 2. MODELOS DE CRECIMIENTO ENDÓGENO DE PRIMERA GENERACIÓN

En los años ochenta, con la publicación de los artículos seminales de Romer (1986) y Lucas (1988), surgió un nuevo enfoque en la literatura de crecimiento económico: la teoría del crecimiento endógeno (EGT). Sin embargo, los modelos más reconocidos dentro de la teoría del crecimiento endógeno tienen como antecedentes los trabajos de Marvin Frankel y Kenneth Arrow en la década de los sesenta. Dentro de la teoría del crecimiento endógeno, estos modelos son denominados modelos de «primera generación». Tanto el modelo de Frankel como el modelo de Arrow fueron producto de la inconformidad de sus autores ante los resultados de los modelos neoclásicos. En esta sección, se presentan los modelos de primera generación, resaltando la importancia de ellos en el desarrollo de la literatura de crecimiento endógeno de los años ochenta.

| EL MODELO GENERAL                   |  |
|-------------------------------------|--|
| (1) $Y = aK^\alpha (HL)^{1-\alpha}$ | Función de producción con progreso técnico a la Harrod «aumentador de trabajo» |
| (2) $S = sY$                        | Función de ahorro  |
| (3) $I = \dot{K}$                   | Inversión, sin depreciación  |
| (4) $S = I$                         | Condición de equilibrio dinámico   |
| (5) $L = L_0 e^{nt}$                | Crecimiento de la fuerza laboral   |
| (6) $H = H_0 e^{mt}$                | Progreso técnico, crecimiento del capital humano                               |

En primer lugar, tratamos el modelo de Marvin Frankel, publicado en su trabajo «The Production Function in Allocation and Growth: A Synthesis», de 1962, el cual retoma el modelo de Harrod-Domar a nivel macroeconómico, aunque retiene la función de producción neoclásica a nivel microeconómico. De este modo, el papel del trabajo en la función de producción agregada se cancela. En segundo lugar, se desarrolla el modelo de Kenneth Arrow, también del año 1962, publicado en su artículo «The Economic Implications of Learning by Doing». Este trabajo es un importante avance con respecto al modelo neoclásico de Solow-Swan. Arrow concluye que el crecimiento de la productividad es independiente del cambio técnico exógeno. Sin embargo, el crecimiento de la productividad depende del crecimiento exógeno de la fuerza de trabajo.

El modelo general utilizado por ambos autores es similar. Las principales diferencias se encuentran en la forma funcional de la ecuación de progreso técnico, ecuación (6) y, por lo tanto, en la forma de la función de producción. Por un lado, Frankel (1962) considera que el progreso técnico está vinculado al grado de desarrollo de la economía e introduce una variable *proxy* del desarrollo (el *stock* de capital per cápita) en la función de producción. De este modo, el autor incorpora la externalidad que el nivel de desarrollo alcanzado por la economía en conjunto representa para las firmas individuales. Por su parte, Arrow (1962) introduce al modelo la acumulación de capital humano a través del proceso de aprendizaje en la actividad (*learning by doing*). Así, para Arrow la acumulación de capital físico es una aproximación al nivel de experiencia de los trabajadores.

En el cuadro 5.2 se muestran las principales diferencias en las ecuaciones de cambio técnico en los modelos de Frankel (1962) y Arrow (1962).

**Cuadro 5.2**  
**Diferencias en las ecuaciones de los modelos de crecimiento endógeno de primera generación**

|                          | Progreso técnico                            | Función de producción                            |
|--------------------------|---|--|
| Modelo de Frankel (1962) | $H = (K/L)^\gamma \quad ; \quad \gamma > 0$ | $Y = A(K)^{\alpha+\gamma} (L)^{1-\alpha-\gamma}$ |
| Modelo de Arrow (1962)   | $H = K^\gamma \quad ; \quad 0 < \gamma < 1$ | $Y = AK^{\alpha+\gamma(1-\alpha)} L^{1-\alpha}$  |

Si bien ambos autores parten de una función de producción neoclásica, la inclusión de un factor de progreso técnico altera los resultados en los modelos de primera generación. Nótese que si  $\gamma = 1 - \alpha$ , en el modelo de Frankel (1962), la función de producción se convierte en una función del tipo Harrod-Domar. Mientras que, en el modelo de Arrow (1962), si  $\gamma = 1$  y  $n = 0$ , entonces nos encontramos también ante una función de coeficientes fijos. Antes de presentar cada uno de estos modelos y sus consideraciones, es importante recordar los principales aspectos de los modelos anteriores al desarrollo de la teoría del crecimiento endógeno.

### Comparación de los modelos de Harrod-Domar y Solow

Los modelos de crecimiento endógeno de primera generación surgen ante la necesidad de corregir ciertos resultados de los modelos neoclásicos que no eran consistentes con la realidad empírica. En particular, los modelos de primera generación de la EGT buscaban explicar el crecimiento del producto per cápita sin aludir al crecimiento exógeno del progreso técnico y vincular la tasa de crecimiento de la economía a las decisiones

de consumo presente y futuro de la sociedad, es decir, vincular la tasa de crecimiento con la tasa de ahorro. De este modo, los modelos de Frankel (1962) y Arrow (1962) modifican la función de producción neoclásica para permitir la existencia de retornos crecientes a escala. Esta modificación en la función de producción neoclásica implica, bajo algunos supuestos, el retorno a la función de producción de coeficientes fijos de Harrod–Domar.

Los modelos de crecimiento económico han utilizado principalmente funciones de producción de tipo Cobb-Douglas o la función de producción de coeficientes fijos. Según Marvin Frankel (1962: 995), la función Cobb-Douglas ha sido tan utilizada debido a que representa la relativa estabilidad en las participaciones en el ingreso del capital y el trabajo, uno de los hechos estilizados del crecimiento económico. Por su parte, la función de coeficientes fijos, utilizada por Harrod y Domar, resulta atractiva por su estructura sencilla y por el énfasis que hace en la acumulación del capital como motor del crecimiento (Frankel 1962: 996).

Sin embargo, al ser utilizadas en modelos de crecimiento ambas funciones presentan limitaciones. Por un lado, la función de producción neoclásica presenta como resultado una tasa de crecimiento del producto per cápita igual a cero. Por su parte, la función de coeficientes fijos no puede ser utilizada para analizar la asignación de factores o la distribución del ingreso. A continuación, presentamos una comparación entre el modelo de Solow y el modelo de Harrod-Domar para recordar los principales resultados de cada uno, sus similitudes y diferencias.

En el capítulo dos, presentamos los modelos de Harrod (1939), Domar (1946) y Solow (1956). Como vimos, los dos primeros pertenecen a la literatura keynesiana, mientras que el modelo de Solow es neoclásico. La principal diferencia entre estos modelos era la forma de la función de producción. Por un lado, los keynesianos asumen una función de coeficientes fijos, lo cual lleva a obtener una relación capital–producto ( $v$ ) constante. Por otro lado, los neoclásicos utilizan una función neoclásica con sustitución de factores, de este modo el ratio capital–trabajo ( $v$ ) es variable durante el tránsito hacia el estado estacionario, sin embargo, una vez alcanzado el estado estacionario, dicha relación permanece constante, pues el capital y el producto crecen a la misma tasa.

La diferencia en las funciones de producción entre estos modelos tiene serias implicancias en los resultados. Por una parte, los modelos keynesianos concluyen que el crecimiento estable con pleno empleo no está garantizado en el modelo. Es decir, es difícil asegurar que la tasa de crecimiento garantizada (tasa a la que crece el *stock* de capital), la cual depende de las decisiones de los inversionistas, coincida con la tasa de crecimiento natural (aquella a la que crece la fuerza laboral y asegura el pleno empleo) y es exógena. Por su parte, el modelo de Solow sostiene que, al permitir

la sustitución de factores en la función de producción, el ratio capital–producto se ajusta hasta que la tasa de crecimiento del producto se iguale a la tasa de crecimiento natural. Por lo tanto, no hay inestabilidad y puede asegurarse el crecimiento con pleno empleo.

En el cuadro 5.3 se presenta un resumen de los modelos de Harrod–Domar y Solow que permite comparar los aspectos más relevantes. Ambos modelos están descritos por las mismas ecuaciones, a excepción de la función de producción, como se mencionó anteriormente. Asimismo, en ambos modelos, la tasa de crecimiento es igual a la propensión a ahorrar dividida por la relación capital–producto. Además, la propensión a ahorrar ( $s$ ) es fija y exógena. Como vimos, si bien las propiedades de la función de producción en cuanto a sustitución de factores genera una relación capital–producto ( $v$ ) fija en Harrod–Domar y variable en Solow, en el estado estacionario de Solow, el valor de esta relación es constante como en el modelo de Harrod y Domar.

En el modelo de Solow (1956), una vez alcanzado el estado estacionario, la tasa de crecimiento de la economía es igual a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral y las variables per cápita (el capital per cápita y el producto per cápita) permanecen constantes. Recordemos que la igualdad entre la tasa de crecimiento del producto y la tasa de crecimiento de la fuerza laboral garantiza el crecimiento con pleno empleo. Para incluir la posibilidad de que las variables per cápita también crezcan es necesario incorporar progreso técnico exógeno al modelo de Solow. Si hay progreso técnico, que crece exógenamente a la tasa constante  $\rho$ , entonces, la tasa de crecimiento es igual a:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{s}{v} - \delta = n + \rho$$

Tanto en los modelos de Harrod–Domar como en los modelos neoclásicos, si existe progreso técnico, este es considerado exógeno: «Lo que las formulaciones de crecimiento de Harrod–Domar y los neoclásicos tenían en común era la creencia de que el tercer ingrediente en el crecimiento, el progreso técnico, era una variable determinada exógenamente, de ocurrencia fortuita y sin costo, que aparecía como maná del cielo» (Shaw 1992: 611)

**Cuadro 5.3**  
**Comparación de los modelos Harrod-Domar y Solow**

| Modelos de Harrod y Domar  | Modelo de Solow  |
|--|--|
| (1) $Y = AK$ (3) $I = \dot{K} + \delta K$<br>(2) $S = sY$ (4) $S = I$  | (1) $Y = K^\beta L^{1-\beta}$ (3) $I = \dot{K} + \delta K$<br>(2) $S = sY$ (4) $S = I$   |
| Tasa de crecimiento:<br><br>$sAK = \dot{K} + \delta K \rightarrow \frac{\dot{K}}{K} = sA - \delta$<br>$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = sA - \delta$ , $v = \frac{K}{Y} = \frac{1}{A}$<br>$g_y = \frac{s}{v} - \delta \neq n$ , $\frac{\dot{y}}{y} \geq 0$<br>$y <$ | Tasa de crecimiento:<br><br>$\dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} - nk \rightarrow sy = \frac{(\dot{K})}{L} + \delta k$<br>$sy = \dot{k} + nk + \delta k \rightarrow \frac{sy}{k} = \frac{\dot{k}}{k} + (n + \delta)$<br>$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{s}{v} - \delta = n$ , $v = \frac{K}{Y}$<br>$g_y = \frac{s}{v} - \delta = n$ , $\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{y}}{y} = 0$ |

En los modelos de Harrod y Domar, dados  $s$  y una relación capital–producto deseada  $v_d$ , la demanda efectiva crecerá a una tasa consistente con la utilización normal de la capacidad productiva si, y solo si, la tasa actual coincide con la tasa garantizada. Estos modelos, hacen énfasis en las dificultades alrededor de la formación de expectativas correctas por parte de los inversionistas, sugiriendo estar más interesado en las propiedades de inestabilidad que en el camino hacia el estado estacionario. Es decir, la tasa de crecimiento del producto no necesariamente es igual a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral, pues los factores de producción son sustitutos en la función de producción de rendimientos constantes a escala.

Asimismo, la tasa de crecimiento del producto per cápita no necesariamente es cero. Es decir, dado que la tasa de crecimiento del producto no coincide con la tasa de crecimiento del trabajo, el ratio producto per cápita no tiene por qué permanecer constante. Esta tasa de crecimiento puede ser mayor o menor que cero. La tasa de crecimiento del producto per cápita solamente es igual a cero en la «edad de oro», situación en la que la tasa de crecimiento efectiva es igual a la garantizada y ambas son iguales a la tasa natural.

En el modelo de Harrod-Domar, la relación  $s / v - n > 0$ , cuando el producto per cápita crece más que  $n$ , está abierta a interpretaciones: Por un lado, una posible interpretación es la existencia de cambio técnico endógeno. Por otro lado, esta diferencia se ha interpretado como la existencia de crecimiento acompañado de inflación. Si  $n$  es

menor que la tasa de crecimiento de la economía, no habrá suficiente fuerza laboral, entonces los salarios aumentarán sin un aumento de la productividad y así subirá el nivel de precios.

#### LA PARADOJA NEOCLÁSICA

En los modelos de crecimiento neoclásicos, la tasa de crecimiento de la economía se ajusta a la tasa de crecimiento garantizada y las expectativas de los inversionistas se cumplen. Como puede apreciarse en la ecuación fundamental del modelo de Solow (1956), reproducida aquí en un contexto sin depreciación, los rendimientos marginales decrecientes generan que la tasa de crecimiento del capital finalmente converja al valor de la tasa de crecimiento de la población y sea independiente de la tasa de ahorro (Solow 1994: 48):

$$\frac{\dot{k}}{k} = s \frac{f(k)}{k} - (n + \delta)$$

Asimismo, la tasa de crecimiento del producto agregado es igual a la tasa natural, la cual es determinada de manera exógena al modelo. Paradójicamente, a pesar de que se trata de un modelo neoclásico, esta tasa es independiente de la tasa de ahorro de la economía.

La propensión a ahorrar ( $s$ ) afecta el *stock* de capital, pero no la tasa de acumulación de capital, en el estado estacionario. Aunque aumente el nivel de ahorro, no cambiará la tasa de crecimiento del producto agregado en el largo plazo, sino solo su nivel. Asimismo, la tasa de ahorro afecta el nivel de producto per cápita, pero no afecta la tasa de crecimiento de largo plazo. De este modo, los efectos de los cambios en la tasa de ahorro son solo transitorios. Este controversial resultado se debe principalmente a la existencia de rendimientos marginales decrecientes en el *stock* de capital y en el trabajo.

La paradoja constituye una diferencia fundamental del modelo de Solow (1956) con el modelo de Harrod- Domar, ya que en estos modelos no existe la paradoja: una elevada tasa de ahorro es necesaria para tener altas tasas de crecimiento. Llama la atención que los modelos keynesianos le brinden tal relevancia a un factor de oferta (el ahorro) en oposición al rol fundamental que cumple la demanda efectiva en el pensamiento keynesiano. Asimismo, para los neoclásicos, el modelo de Solow concluye que no es el ahorro el principal determinante del crecimiento, en contraposición a la visión tradicional.

Con respecto a la segunda interpretación, Edward Nell (1982) afirma que la tasa de crecimiento no puede ser mayor que la tasa natural por períodos prolongados de tiempo, pues el proceso inflacionario conduciría rápidamente a una recesión, como vimos en la quinta sección del capítulo cuatro. Nell (1982) sostiene que, en el estado estacionario de largo plazo, la tasa de crecimiento no puede hallarse por encima de la tasa natural, esto solo ocurrirá por algunos períodos, durante procesos de ajuste. Si esta

situación se mantiene persistentemente, la tasa natural será impulsada al alza por la existencia de oportunidades laborales disponibles y la subida de los salarios monetarios. Asimismo, la tasa de crecimiento tenderá a disminuir, pues las inversiones se retrasarán al no contar con la fuerza laboral requerida.

Por lo tanto, la tasa de crecimiento difiere entre los modelos de crecimiento keynesianos y neoclásicos. Un fenómeno que se presenta es la paradoja neoclásica, o paradoja de Solow, la cual establece que en el modelo de Solow la propensión a ahorrar resulta irrelevante para la determinación de la tasa de crecimiento de la economía. En cuanto a los modelos de Harrod y Domar, «la ecuación del crecimiento no implica que un incremento de la propensión a ahorrar eleve la tasa de crecimiento (debido a los problemas de inestabilidad). Lo que la ecuación implica es que, si el país desea elevar la tasa de crecimiento, debe primero elevar la tasa de ahorro ( $s$ )» (Cesaratto 1999: 775).

Hay una fuerte similitud entre la tasa garantizada ( $s / v_d$ ) y el punto de vista convencional acerca del ahorro como desencadenante del crecimiento. ¿Por qué? Una posible interpretación es la siguiente: «La ecuación de la tasa garantizada representa la versión dinámica de la ley de Say. El último punto describe un equilibrio estático entre la demanda y la oferta agregadas bajo el supuesto de que todos los ahorros correspondientes al grado de utilización normal de la capacidad productiva son invertidos. La ecuación del crecimiento extiende esta aproximación a una secuencia de equilibrios» (Cesaratto 1999: 775). Sin embargo, esta interpretación deja sin explicar el mecanismo de ajuste entre el ahorro y la inversión. Como señala Cesaratto (1999), fueron los neoclásicos los que probaron la existencia de fuerzas del mercado que llevan a la economía al equilibrio, el cual está caracterizado por el pleno empleo de los factores productivos.

### El modelo de Frankel

En su artículo «The Production Function in Allocation and Growth» de 1962, el economista estadounidense Marvin Frankel plantea un modelo de crecimiento que reconcilia las diferencias entre la función de producción neoclásica y la función de producción de coeficientes fijos usada por Harrod y Domar. Como se mencionó, Frankel (1962) sostiene que ambas funciones presentan virtudes que las hacen atractivas para el trabajo en modelos económicos; no obstante, también presentan deficiencias en su capacidad de reflejar la realidad empírica. El autor pretende conjugar ambas funciones de producción de modo que se preserven las características deseadas de cada tipo de función, pero no sus limitaciones. En palabras del autor, «una conclusión principal es que la función de tipo Cobb-Douglas se mantiene por completo en los modelos de asignación de recursos, mientras que la función de tipo Harrod-Domar se mantiene, en simultáneo, para el crecimiento» (Frankel 1962: 997).

### La función de producción de Frankel y el *modifier*

El modelo de Frankel (1962) considera una economía con  $j$  firmas. Cada una de estas  $j$  firmas presenta una función de producción del tipo Cobb-Douglas, pero la economía en conjunto presenta una función de producción agregada como la utilizada por el modelo de Harrod-Domar. Esta dicotomía es posible gracias a la introducción en el modelo del modificador de desarrollo, conocido también como el *modifier* ( $H$ ).

$$Y_i = AHK_i^\alpha L_i^{1-\alpha} \quad \text{Función de producción de la firma } i \quad (i = 1, 2, \dots, j)$$

Esta ecuación presenta la función de producción para cada firma. En ella,  $Y_i$  es el producto de la firma  $i$ ,  $A$  es una constante,  $K_i$  y  $L_i$  son las cantidades de capital y trabajo empleados por la firma  $i$ , y  $H$  es el *modifier*. El *modifier* denota el nivel de desarrollo alcanzado por la economía en la que opera la firma. Este parámetro influye sobre la producción de las firmas como una especie de externalidad. Su lógica es la siguiente: las empresas en economías relativamente desarrolladas o avanzadas son capaces de producir más con cierta cantidad dada de capital y trabajo a comparación de las empresas en economías relativamente subdesarrolladas. Por lo tanto, individualmente, el *modifier* es considerado una variable exógena para las firmas, pues el número de firmas de la economía ( $j$ ) es suficientemente grande, de modo que ninguna firma puede influir sobre los parámetros del modelo.

Asumimos que la firma  $i$ , la firma representativa, produce una fracción  $1/j$  del producto agregado. Por lo tanto, la producción agregada será  $j$  veces la producción de la firma representativa:

$$jY_i = jAHK_i^\alpha L_i^{1-\alpha}$$

Dado que todas las empresas tienen funciones de producción idénticas a la función de producción de la firma representativa, la cual es lineal y homogénea, entonces la producción de  $1/j$  del producto agregado ( $Y$ ), empleará una fracción  $1/j$  del *stock* de capital total ( $K$ ) y de la fuerza laboral total ( $L$ ).

$$K_i = \frac{K}{j} \quad , \quad L_i = \frac{L}{j}$$

Por lo tanto, la función de producción agregada se expresa como:

$$jY_i = jAH \left( \frac{K}{j} \right)^\alpha \left( \frac{L}{j} \right)^{1-\alpha} = \frac{j}{j^{\alpha+1-\alpha}} AH (K)^\alpha (L)^{1-\alpha}$$

$$Y = AH (K)^\alpha (L)^{1-\alpha} \quad \text{Función de producción agregada}$$

Este procedimiento de agregación implica que las firmas en la economía pueden variar en tamaño (escala), pero la intensidad en el uso de factores  $K$  y  $L$  es la misma para todas las firmas y es igual al ratio capital–trabajo de la economía en conjunto. Como hemos mencionado, el *modifier* es considerado un parámetro para las firmas. Sin embargo, a nivel agregado, el *modifier* es una variable endógena para el sistema económico en conjunto, pues se refiere al grado de desarrollo de la economía. «Cuando una sola empresa aumenta su capital, el nivel de desarrollo no es afectado significativamente. Pero cuando todas las empresas lo hacen, el “*modifier*” cambia» (Frankel 1962: 999).

El grado de desarrollo de la economía puede ser aproximado utilizando distintas variables, como las tasas de natalidad y mortalidad, tasas de alfabetización, niveles nutricionales, niveles de ingreso per cápita, niveles de capital por trabajador, entre otras. Frankel (1962: 999) utiliza la última definición señalada, el nivel de capital por trabajador, como variable proxy del nivel de desarrollo. Por lo tanto, tenemos:

$$H = \left( \frac{K}{L} \right)^\gamma \quad \text{Grado de desarrollo (modifier)}$$

En la ecuación del *modifier*,  $\gamma$  es un parámetro que otorga una expresión más general al grado de desarrollo. Reemplazando esta última ecuación en la función de producción agregada, tenemos:

$$Y = A \left( \frac{K}{L} \right)^\gamma (K)^\alpha (L)^{1-\alpha} = A (K)^{\gamma+\alpha} (L)^{1-\alpha-\gamma}$$

Si  $\gamma = 1 - \alpha$ , entonces la función de producción agregada es igual a:

$$Y = A (K)^{1-\alpha+\alpha} (L)^{1-\alpha-(1-\alpha)} = AK$$

Como vemos, si bien las firmas individuales presentan funciones de producción neoclásicas, en el agregado, la economía presenta una función del tipo Harrod-Domar. Esto nos regresa al modelo de Harrod-Domar a nivel macroeconómico, aunque a nivel microeconómico retiene la función de producción neoclásica. En palabras de Frankel:

La producción en la empresa típica está gobernada por una función Cobb-Douglas. Bajo estas condiciones, las propiedades de la función Cobb-Douglas se mantienen completamente para la firma. Conforme la firma varía la cantidad de factores empleados, por ejemplo, acumulando capital en respuesta al mercado y a otras oportunidades, el *modifier* aumenta. Los increments en el *modifier* son exógenos para la empresa en cuestión y reflejan el impacto colectivo de las acciones de todas las firmas, pues todas responden de forma similar a las oportunidades económicas (Frankel 1962: 999-1000).

La función de producción agregada internaliza todos los efectos sobre el grado de desarrollo generados colectivamente por las firmas. El grado de desarrollo abarca los efectos directos e indirectos del cambio en los recursos. El efecto directo de las acciones de las firmas es el incremento del *stock* de capital agregado (el cual incrementa el *modifier*,  $H$ ). Los efectos indirectos se deben a mejoras en la organización y en la calidad del trabajo, economías de escala externas, mejores facilidades en cuanto a infraestructura pública (redes de transporte y comunicaciones), entre otros. «Mientras las empresas expanden su capital, existe un impacto doble en la función de producción agregada: el producto agregado aumenta como un resultado directo del incremento en uno de los factores de producción y aumenta también porque el numerador del *modifier* ha aumentado» (Frankel 1962: 1001).

### El modelo

La principal diferencia entre el modelo de Frankel y los otros modelos de crecimiento estudiados anteriormente se encuentra en la función de producción y en la introducción del *modifier*. El modelo es planteado de la siguiente forma:

$$(1) Y_i = AHK_i^\alpha L_i^{1-\alpha} \quad \text{Función de producción de la firma } i \ (i = 1, 2, \dots, j)$$

$$(2) Y_s = AH(K)^\alpha (L)^{1-\alpha} \quad \text{Función de producción agregada}$$

$$(3) S = sY \quad \text{Función de ahorro}$$

$$(4) I = \dot{K} \quad \text{Inversión (se asume que no hay depreciación)}$$

$$(5) S = I \quad \text{Condición de equilibrio dinámico}$$

$$(6) L_T = L_0 e^{nt} \quad \text{Crecimiento de la fuerza laboral}$$

$$(7) H = \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma \quad \text{Grado de desarrollo de la economía (modifier)}$$

Reemplazamos el *modifier* en la función de producción agregada, tenemos:

$$Y = A \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma (K)^\alpha (L)^{1-\alpha}$$

$$(8) Y = A(K)^{\alpha+\gamma} (L)^{1-\alpha-\gamma}$$

De la condición de equilibrio dinámico, se obtiene:

$$S = sY = I = \dot{K}$$

$$\dot{K} = sA(K)^{\alpha+\gamma}(L)^{1-\alpha-\gamma}$$

En términos per cápita:

$$\frac{(\dot{K})}{L} = \frac{sA(K)^{\alpha+\gamma}(L)^{1-\alpha-\gamma}}{L} = sA\left(\frac{K}{L}\right)^{\alpha+\gamma} \left(\frac{L}{L}\right)^{1-\alpha-\gamma} = sA(k)^{\alpha+\gamma}$$

Recordemos que:

$$\dot{k} = \left(\frac{\dot{K}}{L}\right) = \frac{(\dot{K})L - K\dot{L}}{L^2} = \frac{(\dot{K})}{L} - \frac{K}{L} \frac{\dot{L}}{L} = \frac{(\dot{K})}{L} - k \frac{\dot{L}}{L}$$

Entonces:

$$(9) \quad \dot{k} = \frac{(\dot{K})}{L} - \frac{\dot{L}}{L}k \quad \rightarrow \quad \frac{(\dot{K})}{L} = \dot{k} + \frac{\dot{L}}{L}k$$

Tomando logaritmos y derivando con respecto al tiempo la ecuación (6), obtenemos:

$$\ln L = \ln(L_0) + nt$$

$$\frac{\dot{L}}{L} = \frac{\dot{L}_0}{L_0} + n$$

Puesto que  $L_0$  es una constante ( $\dot{L}_0/L_0 = 0$ ), tenemos:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n$$

Reemplazando la tasa de crecimiento de la fuerza laboral en la ecuación (9), se obtiene:

$$\frac{(\dot{K})}{L} = \dot{k} + nk$$

La función de ahorro per cápita es igual a:

$$\frac{S}{L} = s \frac{A(K)^{\alpha+\gamma}(L)^{1-\alpha-\gamma}}{L}$$

$$\frac{S}{L} = sA(k)^{\alpha+\gamma}$$

Introducimos esta expresión en la igualdad ahorro–inversión en términos per cápita:

$$\frac{(\dot{K})}{L} = \dot{k} + nk = sA(k)^{\alpha+\gamma}$$

$$\dot{k} = sA(k)^{\alpha+\gamma} - nk$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{sA(k)^{\alpha+\gamma}}{k} - n$$

$$(10) \quad \frac{\dot{k}}{k} = sA(k)^{\alpha+\gamma-1} - n$$

En el modelo de Solow (1956), existía una relación inversa entre la tasa de crecimiento del capital per cápita y el capital per cápita, por lo tanto se garantizaba la convergencia de la economía al estado estacionario. Para saber cómo se comporta la tasa de crecimiento del capital per cápita en el largo plazo, derivamos la ecuación (10) con respecto a  $k$ .

$$\frac{\partial(\dot{k}/k)}{\partial k} = \frac{\partial \left[ \frac{sA(k)^{\alpha+\gamma}}{k} \right]}{\partial k} = s \left[ \frac{k dA(k)^{\alpha+\gamma} - A(k)^{\alpha+\gamma} dk}{k^2} \right] = s \left[ \frac{(\alpha + \gamma) Ak^{\alpha+\gamma-1}}{k} - \frac{A(k)^{\alpha+\gamma}}{k^2} \right]$$

$$\frac{\partial(\dot{k}/k)}{\partial k} = \frac{s}{k} \left[ (\alpha + \gamma) Ak^{\alpha+\gamma-1} - \frac{A(k)^{\alpha+\gamma}}{k} \right] = \frac{s}{k} [PMg(k) - PMe(k)]$$

La economía solo opera cuando el producto medio es mayor al producto marginal, es decir, el término entre paréntesis debe ser negativo. Esto implica que la suma de los parámetros  $\alpha$  y  $\gamma$  debe ser menor a la unidad.

En otras palabras, el estado estacionario, la situación en la cual el capital per cápita se mantiene constante, existe si la función de producción presenta rendimientos marginales decrecientes del capital per cápita. Para saber si los rendimientos marginales del factor capital son decrecientes, derivamos el producto marginal del capital. El producto per cápita es igual a:

$$\frac{Y}{L} = A \left( \frac{K}{L} \right)^{\alpha+\gamma} \left( \frac{L}{L} \right)^{1-\alpha-\gamma} \quad \rightarrow \quad y = Ak^{\alpha+\gamma}$$

El producto marginal del capital per cápita es igual a:

$$\frac{\partial(Ak^{\alpha+\gamma})}{\partial k} = A(\alpha + \gamma)(k)^{\alpha+\gamma-1} > 0$$

Dado que  $A$ ,  $\alpha$  y  $\gamma$  son parámetros positivos, la productividad marginal del capital es positiva. La derivada del producto marginal del capital per cápita, es decir, la segunda derivada del producto con respecto al capital per cápita, es:

$$\frac{\partial^2(Ak^{\alpha+\gamma})}{\partial k^2} = A(\alpha + \gamma)(\alpha + \gamma - 1)(k)^{\alpha+\gamma-2}$$

Los rendimientos marginales decrecientes implican que esta segunda derivada debe ser negativa. La productividad marginal del capital per cápita será decreciente si  $\alpha + \gamma < 1$ .

La ecuación (10) representa la tasa de crecimiento del capital per cápita. De esta ecuación, podemos hallar la tasa de crecimiento del *stock* de capital agregada:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{k}}{k} + \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = sA(k)^{\alpha+\gamma-1} - n$$

$$\frac{\dot{K}}{K} = \left[ sA(k)^{\alpha+\gamma-1} - n \right] + n$$

$$(11) \quad \frac{\dot{K}}{K} = sA(k)^{\alpha+\gamma-1}$$

Podemos calcular la tasa de crecimiento del producto. Para ello, tomamos logaritmos y derivamos con respecto al tiempo la función de producción agregada:

$$\ln Y = \ln A + \ln \left[ (K)^{\alpha+\gamma} \right] + \ln \left[ (L)^{1-\alpha-\gamma} \right]$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + (\alpha + \gamma) \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \alpha - \gamma) \frac{\dot{L}}{L}$$

El parámetro  $A$  en la función de producción es constante, por lo tanto, la tasa de crecimiento del producto es igual a:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = (\alpha + \gamma) \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \alpha - \gamma) \frac{\dot{L}}{L}$$

Reemplazamos en esta tasa los valores de  $\dot{K}/K$  y  $\dot{L}/L$ :

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = (\alpha + \gamma) \left[ sA(k)^{\alpha + \gamma - 1} \right] + (1 - \alpha - \gamma)n$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = (\alpha + \gamma) \left[ sA(k)^{\alpha + \gamma - 1} \right] + n - (\alpha + \gamma)n$$

$$(12) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = (\alpha + \gamma) \left[ sA(k)^{\alpha + \gamma - 1} - n \right] + n$$

Si existe el estado estacionario, es decir  $\alpha + \gamma < 1$ , entonces la tasa de crecimiento del capital per cápita es igual a cero al alcanzar dicho estado:

$$(10.a) \quad \frac{\dot{k}}{k} = \frac{sA(k)^{\alpha + \gamma}}{k} - n = 0$$

Asimismo, la ecuación (11) sería igual a:

$$(11.a) \quad \frac{\dot{K}}{K} = sA(k)^{\alpha + \gamma - 1} = n$$

Por lo tanto, en la ecuación (12), el término entre corchetes es igual a cero y la tasa de crecimiento del producto es igual a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral.

$$(12.a) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = n$$

El papel del trabajo en la función de producción agregada se cancela, debido al *modifier*. El trabajo representa el factor no reproducible. Por esta razón, el crecimiento del producto es igual a la tasa de crecimiento del *stock* de capital.

Estos resultados son similares a los resultados de los modelos neoclásicos, si, una vez considerada la externalidad que el grado de desarrollo de la economía produce sobre las firmas productoras, los rendimientos marginales del capital son decrecientes ( $\alpha + \gamma < 1$ ), entonces existirá un estado estacionario y, por lo tanto, el crecimiento del *stock* de capital y del producto convergerán a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral.

Sin embargo, el modelo de Frankel es distinto a los modelos neoclásicos porque abre la posibilidad de que no exista estado estacionario y la economía siga creciendo. Es por esto que el modelo de Frankel (1962) es una de las primeras formalizaciones de un modelo de crecimiento endógeno.

Si no existiera estado estacionario,  $\alpha + \gamma \geq 1$ , entonces el *stock* de capital per cápita no dejaría de crecer en el largo plazo y su tasa de crecimiento sería igual a la diferencia entre el ahorro por trabajador y la tasa de crecimiento de la fuerza laboral.

$$(10.b) \quad \frac{\dot{k}}{k} = \frac{sA(k)^{\alpha+\gamma}}{k} - n > 0$$

Por lo tanto, la tasa de crecimiento del *stock* de capital será igual a:

$$(11.b) \quad \frac{\dot{K}}{K} = sA(k)^{\alpha+\gamma-1} > n$$

Asimismo, la tasa de crecimiento del producto sería:

$$(12.b) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = (\alpha + \gamma) \frac{\dot{k}}{k} + n$$

Un caso especial en el modelo de Frankel ocurre cuando el parámetro  $\gamma$  es igual a  $1 - \alpha$ . Como ya se mencionó, en este caso, la función de producción agregada toma la forma de una función de producción  $AK$ .

$$Y = A(K)^{1-\alpha+\alpha} (L)^{1-\alpha-(1-\alpha)} = AK$$

### La productividad marginal

En el modelo de Frankel existen dos conceptos de productividad marginal que deben ser considerados: la productividad marginal *ex ante* y la productividad marginal efectiva. Por un lado, la productividad marginal *ex ante*, es decir la productividad marginal del factor capital o trabajo para la firma individual, se obtiene derivando la ecuación (1), la función de producción de la firma representativa, con respecto al factor en cuestión:

$$Y_i = AHK_i^\alpha L_i^{1-\alpha}$$

$$(13.i) \quad \frac{\partial Y_i}{\partial K_i} = \alpha AHK_i^{\alpha-1} L_i^{1-\alpha} \quad \text{Productividad marginal del capital } ex \text{ ante}$$

$$(13.ii) \quad \frac{\partial Y_i}{\partial L_i} = (1-\alpha) AHK_i^\alpha L_i^{-\alpha} \quad \text{Productividad marginal del trabajo } ex \text{ ante}$$

Como vemos, el *modifier* es considerado un parámetro en la función de producción al momento de derivar la función con respecto a los factores productivos. Las productividades marginales *ex ante* describen los resultados esperados por la firma cuando esta varía la cantidad de factores que emplea en el proceso de producción y todo lo demás permanece constante.

Si reemplazamos el *modifier*,  $K_i$  y  $L_i$  en las productividades marginales *ex ante*, obtenemos:

$$\frac{\partial Y_i}{\partial K_i} = \alpha A \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma \left(\frac{K}{n}\right)^{\alpha-1} \left(\frac{L}{n}\right)^{1-\alpha} = \alpha A \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma \left(\frac{\frac{L}{n}}{\frac{K}{n}}\right)^{1-\alpha} = \alpha A \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma \left(\frac{L}{K}\right)^{1-\alpha}$$

(14.i)  $\frac{\partial Y_i}{\partial K_i} = \alpha AK^{\alpha-1+\gamma} L^{1-\alpha-\gamma}$  Productividad marginal efectiva del capital

$$\frac{\partial Y_i}{\partial L_i} = (1-\alpha)A \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma \left(\frac{K}{n}\right)^\alpha \left(\frac{L}{n}\right)^{-\alpha} = (1-\alpha)A \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma \left(\frac{\frac{K}{n}}{\frac{L}{n}}\right)^\alpha = (1-\alpha)A \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha$$

(14.ii)  $\frac{\partial Y_i}{\partial L_i} = (1-\alpha)AK^{\alpha+\gamma} L^{-\gamma-\alpha}$  Productividad marginal efectiva del trabajo

La productividad marginal efectiva es también conocida como la función de pagos efectiva. Estas funciones describen el resultado para la firma representativa, cuando todas las firmas varían la intensidad en el uso de sus factores de producción.

Ninguna empresa puede, a través de sus propias acciones, alterar el *modifier*,  $H$ , y es bajo este supuesto que cada firma toma sus decisiones de inversión. Pero cuando todas las empresas acumulan capital, el *modifier* cambiará y las funciones *ex ante* y efectivas diferirán entre sí. De este modo, la producción de la firma y las funciones de producto marginal se elevan o son transformadas, a medida que la economía acumula capital y altera las proporciones en las que se emplean los factores (Frankel 1962: 1003).

Si  $\gamma = 1 - \alpha$ , entonces las funciones de productividad marginal efectiva serán iguales a:

$$\frac{\partial Y_i}{\partial K_i} = \alpha AK^{\alpha-1+(1-\alpha)} L^{1-\alpha-(1-\alpha)} = \alpha A$$

$$\frac{\partial Y_i}{\partial L_i} = (1-\alpha)AK^{\alpha+(1-\alpha)}L^{-(1-\alpha)-\alpha} = (1-\alpha)AKL^{-1}$$

Las decisiones particulares de las firmas, de aumentar la dotación de capital, generan en el agregado externalidades positivas. La inversión constante permite que existan rendimientos marginales no decrecientes. Lo que hace una firma refuerza la externalidad y así sucesivamente con todas las firmas. La externalidad no puede ser apropiada por una firma individual puesto que es un resultado social independiente de las decisiones de las firmas. Por este resultado social cada firma aumenta su dotación de capital per cápita. Así, el cambio técnico es exógeno a la firma, pero endógeno a la economía. «Si una sola firma quisiera incrementar su *stock* de capital, enfrentaría rendimientos marginales decrecientes al capital. Pero cuando todas las firmas lo hacen, todas se benefician del incremento compensatorio en el *modifier*» (Frankel 1962: 1004).

### El modelo de Frankel con progreso técnico amplificador de trabajo

Esta modificación del modelo incorpora al *modifier* como una externalidad que incrementa la productividad del trabajo. De este modo, la función de producción agregada presenta el *modifier* como una variable que multiplica al factor trabajo. Las otras ecuaciones del modelo se mantienen.

- (1)  $Y = AK^\alpha (HL)^{1-\alpha}$  Función de producción agregada
- (2)  $S = sY$  Función de ahorro
- (3)  $I = \dot{K}$  Inversión (se asume que no hay depreciación)
- (4)  $S = I$  Condición de equilibrio dinámico
- (5)  $L_t = L_0 e^{nt}$  Crecimiento de la fuerza laboral
- (6)  $H = \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma$  Progreso técnico (*modifier*)

Podemos expresar la función de producción en unidades de eficiencia ( $\tilde{y}$ ) dividiendo el producto ( $Y$ ) entre el trabajo amplificado por el cambio técnico ( $HL$ ).

$$\tilde{y} = \frac{Y}{HL} = \frac{AK^\alpha (HL)^{1-\alpha}}{HL} = A \left(\frac{K}{HL}\right)^\alpha \left(\frac{HL}{HL}\right)^{1-\alpha}$$

$$\tilde{y} = A \tilde{k}^\alpha$$

Tomando logaritmos y derivando con respecto al tiempo, hallamos la tasa de crecimiento del producto en unidades de eficiencia:

$$\ln \tilde{y} = \ln A + \alpha \ln \tilde{k}$$

$$\frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}}$$

Como ya se mencionó, el parámetro  $A$  es constante en el tiempo, por lo tanto, la tasa de crecimiento del producto en términos de trabajo efectivo es:

$$\frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = \alpha \frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}}$$

En el estado estacionario, el capital en unidades de eficiencia y el producto en unidades de eficiencia permanecen constantes. Es decir,  $\dot{\tilde{k}} = \dot{\tilde{y}} = 0$ . Por lo tanto, podemos calcular las tasas de crecimiento del *stock* de capital y del producto.

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = 0 \quad , \quad \tilde{k} = \frac{K}{HL} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{H}}{H} - \frac{\dot{L}}{L} = 0$$

Reemplazamos la tasa de crecimiento del cambio técnico ( $\square/H$ )

$$H = \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{H}}{H} = \gamma \left(\frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}\right)$$

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \gamma \frac{\dot{K}}{K} + \gamma \frac{\dot{L}}{L} - \frac{\dot{L}}{L} = 0$$

$$(1-\gamma) \frac{\dot{K}}{K} - (1-\gamma)n = 0$$

De este modo, la tasa de crecimiento del *stock* de capital es igual a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral:

$$(7) \quad \frac{\dot{K}}{K} = n$$

Siguiendo el mismo procedimiento, hallamos la tasa de crecimiento del producto:

$$\frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = 0 \quad , \quad \tilde{y} = \frac{Y}{HL} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{H}}{H} - \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \gamma \frac{\dot{K}}{K} + \gamma \frac{\dot{L}}{L} - \frac{\dot{L}}{L} = 0$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \gamma \frac{\dot{K}}{K} + (1-\gamma) \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \gamma n + (1-\gamma)n = n$$

$$(8) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = n$$

Como vemos, en el estado estacionario:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = n$$

Tanto el *stock* de capital como el producto crecen a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral, por lo tanto, el producto per cápita debe permanecer constante:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L} = n - n = 0$$

$$(9) \quad \frac{\dot{y}}{y} = 0$$

Frankel asume un valor de  $\gamma = 1$ , es decir,  $H = K/L$ . Por lo tanto, tenemos:

$$Y = AK^\alpha \left( \frac{K}{L} \right)^{1-\alpha} = AK$$

Al igual que en la versión general del modelo de Frankel cuando  $\gamma = 1 - \alpha$ , esta ecuación es igual a la función de producción empleada por Harrod y Domar. Nuevamente, el papel del trabajo (factor no reproducible) en la función de producción agregada se cancela debido al *modifier*. Asimismo, el crecimiento del producto sigue siendo proporcional a la tasa de crecimiento del *stock* de capital.

Las decisiones de aumentar la dotación de capital per cápita generan, en el agregado, externalidades positivas que inducen a un crecimiento proporcional en la eficiencia de trabajo:

$$\uparrow K \quad \rightarrow \quad \uparrow H = \frac{\uparrow K}{L}$$

$$H = \frac{K}{L} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{H}}{H} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}$$

Ello impide la caída de la productividad marginal del capital, que de otro modo hubiera ocurrido con el incremento en el *stock* de capital.

Si no existiera  $H$ , el modelo sería igual al modelo neoclásico convencional. En los modelos neoclásicos, la productividad del capital es decreciente; es decir, conforme aumenta el *stock* de capital ( $K$ ), el producto ( $Y(K)$ ) aumenta, pero en una proporción menor al incremento de  $K$ . Por lo tanto, la productividad media del capital ( $Y/K$ ) disminuye.

$$Y = AK^\alpha(L)^{1-\alpha} \quad : \quad \uparrow K \quad \rightarrow \quad \frac{Y}{K} \downarrow$$

Sin embargo, la existencia de  $H$  genera un incremento adicional en el producto cuando aumenta  $K$ , de modo que la productividad del *stock* de capital permanece constante (asumiendo  $\gamma = 1$ ):

$$H = \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma \quad \rightarrow \quad \uparrow K \quad \rightarrow \quad H \uparrow$$

$$Y = AK^\alpha(HL)^{1-\alpha} \quad : \quad \uparrow K, \uparrow H \quad \rightarrow \quad \left(\frac{Y}{K}\right) = A$$

Cesaratto (1999: 779) distingue el modelo de Harrod del modelo de Frankel debido a dos aspectos. Por un lado, el principal interés del modelo de Harrod era analizar los problemas de inestabilidad de la economía, mientras que Frankel deja de lado esta interpretación. Por otro lado, Frankel sugiere que el factor trabajo en la función de producción agregada, puede ser cancelado. Al respecto Harrod nunca mencionó algo por el estilo. Cesaratto (1999) denomina modelos seudo Harrod-Domar a los modelos que se derivan del modelo de Frankel para diferenciarlos del modelo de Harrod-Domar original.

### El modelo de Arrow

En 1962, Kenneth Arrow publicó su artículo «The Economic Implications of Learning by Doing». Este trabajo es la principal inspiración de la nueva teoría del crecimiento o de la teoría del crecimiento endógeno (EGT). Al igual que Frankel (1962), el artículo de Arrow empieza cuestionando los resultados acerca del crecimiento, que se derivan

de los modelos de crecimiento neoclásicos. Si bien resulta incuestionable que el crecimiento del ingreso per cápita no puede ser explicado exclusivamente por el crecimiento del ratio capital–trabajo y a pesar del reconocimiento de la importancia del cambio tecnológico en la explicación del crecimiento económico, para Arrow (1962: 155), el progreso técnico no ha sido estudiado a profundidad por los modelos de crecimiento.

Los modelos neoclásicos incorporan los factores de conocimiento tecnológico en la función de producción, simplemente agregando una dinámica de crecimiento del conocimiento tecnológico determinada exógenamente. Al respecto, Arrow critica:

[...] una vista del crecimiento económico que depende tan fuertemente de una variable exógena, dejando fuera una variable tan difícil de medir como la cantidad de conocimiento, es poco satisfactoria intelectualmente. Desde un punto de vista cuantitativo y empírico, se nos deja el tiempo como una variable explicativa. Ahora las proyecciones de tendencia, si bien son necesarias en la práctica, son básicamente una confesión de ignorancia, y, lo que es peor desde un punto de vista práctico, no son variables de política (1962: 155).

### *Learning by doing*

El conocimiento debe ser adquirido a través de un proceso de aprendizaje (*learning*). El cambio técnico es muy similar al proceso de aprendizaje de una persona, consiste en aprender adecuadamente el funcionamiento del ambiente en el que se opera. Desde una perspectiva psicológica, el aprendizaje presenta dos características resaltantes. Por un lado, el proceso de adquisición de conocimiento es producto de la experiencia. Aprender solo es posible a través de la resolución de un problema y, por lo tanto, solo ocurre en la actividad (*doing*). Las distintas escuelas de Psicología coinciden en atribuir considerable importancia al rol de las experiencias previas en la modificación de la percepción del individuo (Arrow 1962).

Otra característica del proceso de adquisición de conocimiento está en los rendimientos decrecientes asociados a la repetición de un mismo problema. Para obtener rendimientos crecientes en el aprendizaje, es necesario que el problema de estímulo evolucione constantemente en lugar de solo repetirse (Arrow 1962). Desde un punto de vista psicológico, Hilgard señala:

Tras haber aprendido, se está en condiciones de hacer muchas cosas. Si se sabe sumar y restar, pueden resolverse muchos problemas nuevos sin aprender nada nuevo. Allí donde la solución de problemas es relativamente mecánica (como en la suma y la resta), el problema puede ser considerado simplemente como el ejercicio o utilización de una pizca aprendida de conducta. En cambio, cuando existe una novedad mayor, mayor número de cosas que relacionar, como en el razonamiento o la inventiva, el proceso cobra de por sí importancia y no puede ser descrito simplemente como la repetición de viejos hábitos (Hilgard 1966: 15-16).

El autor enfatiza la necesidad de analizar el concepto de conocimiento técnico subyacente a la función de producción. En especial, resalta la importancia del aprendizaje, proceso mediante el cual se adquiere conocimiento, en el crecimiento económico. El aprendizaje es el origen de los rendimientos crecientes, ya que la acumulación de la experiencia genera una externalidad social positiva en el proceso de acumulación de capital a nivel de las firmas. Esta externalidad consiste en un proceso de aprendizaje resultado de la experiencia adquirida con la operación o manejo de las maquinarias de generaciones anteriores (resultado de inversiones anteriores). De este modo, Arrow propone un modelo de crecimiento endógeno que incorpore las externalidades positivas que benefician a las firmas producto del aprendizaje colectivo. En particular, la propuesta de Arrow (1962) consiste en señalar que la inversión no solo es portadora del cambio técnico, sino que es su fuente.

### El modelo

El planteamiento del modelo es como sigue:

- (1)  $Y = AK^\alpha (HL)^{1-\alpha}$  Función de producción agregada de la economía
- (2)  $S = sY$  Ahorro
- (3)  $I = \dot{K}$  Inversión (asumimos que no existe depreciación)
- (4)  $S = I$  Condición de equilibrio dinámico
- (5)  $L = L_0 e^{nt}$  Crecimiento de la fuerza laboral
- (6)  $H = K^\gamma$  Cambio técnico, donde  $0 < \gamma < 1$

Reemplazando la ecuación de cambio técnico en la función de producción agregada, se obtiene:

$$Y = AK^\alpha (K^\gamma L)^{1-\alpha}$$

$$Y = AK^{\alpha+\gamma(1-\alpha)} L^{1-\alpha}$$

Esta función presenta retornos a escala crecientes, pues la suma de los exponentes supera la unidad:

$$\alpha + \gamma(1 - \alpha) + (1 - \alpha) > 1$$

$$\alpha + (1 + \gamma)(1 - \alpha) > 1$$

La función de producción puede ser expresada en unidades de eficiencia (o en términos de trabajo efectivo). El producto en términos de trabajo efectivo,  $\tilde{y}$ , es igual al producto ( $Y$ ) dividido entre el trabajo amplificado por el cambio técnico ( $HL$ ). Siguiendo el procedimiento utilizado en la modificación del modelo de Frankel, tenemos:

$$\tilde{y} = \frac{Y}{HL} = \frac{AK^\alpha (HL)^{1-\alpha}}{HL} = A \left( \frac{K}{HL} \right)^\alpha \left( \frac{HL}{HL} \right)^{1-\alpha}$$

$$\tilde{y} = A \tilde{k}^\alpha$$

La tasa de crecimiento del producto en unidades de eficiencia es:

$$\ln \tilde{y} = \ln A + \alpha \ln \tilde{k} \quad \frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}}$$

$$\frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = \alpha \frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}}$$

#### RETORNOS A ESCALA

¿Qué sucede con la producción si duplicamos los factores de producción? ¿Obtendremos el doble de producto, más del doble o menos del doble? Analizar los retornos a escala equivale a analizar el grado de homogeneidad de la función de producción. De este modo, en una función de producción  $Y = F(K, L)$ , tenemos:

**Retornos constantes a escala:**  $F(\lambda K, \lambda L) = \lambda^n F(K, L)$  para  $n = 1$

**Retornos decrecientes a escala:**  $F(\lambda K, \lambda L) < \lambda^n F(K, L)$  para  $n < 1$

**Retornos crecientes a escala:**  $F(\lambda K, \lambda L) > \lambda^n F(K, L)$  para  $n > 1$

En la función de producción neoclásica, se asumía retornos constantes a escala, es decir, la función era homogénea de primer grado, pues los exponentes de los factores de producción sumaban 1:

$$Y = K^\alpha L^{1-\alpha} \rightarrow \alpha + 1 - \alpha = 1$$

Sin embargo, las funciones de tipo Cobb-Douglas también pueden ser utilizadas para reflejar retornos crecientes, si los exponentes suman más que uno, o decrecientes, si los exponentes suman menos que uno.

En el estado estacionario,  $\dot{\tilde{k}} = \dot{\tilde{y}} = 0$ . Por lo tanto, hallamos la tasa de crecimiento del *stock* de capital y del producto:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = 0 \quad , \quad \tilde{k} = \frac{K}{HL} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{H}}{H} - \frac{\dot{L}}{L}$$

Reemplazamos la tasa de crecimiento del cambio técnico ( $\square/H$ ):

$$H = K^\gamma \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{H}}{H} = \gamma \frac{\dot{K}}{K}$$

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \gamma \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} = 0$$

$$(1-\gamma) \frac{\dot{K}}{K} - n = 0$$

$$(7) \quad \frac{\dot{K}}{K} = \frac{n}{1-\gamma}$$

Hallamos la tasa de crecimiento del producto:

$$\frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = 0 \quad , \quad \tilde{y} = \frac{Y}{HL} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{H}}{H} - \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{\tilde{y}}}{\tilde{y}} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \gamma \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} = 0$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \gamma \frac{\dot{K}}{K} + \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \gamma \left( \frac{n}{1-\gamma} \right) + n = \frac{\gamma n + (1-\gamma)n}{1-\gamma}$$

$$(8) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{n}{1-\gamma}$$

Por lo tanto, en el estado estacionario, tenemos:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{n}{1-\gamma}$$

Podemos calcular la tasa de crecimiento del producto per cápita restando la tasa de crecimiento de la fuerza laboral ( $n$ ) de la tasa de crecimiento del producto ( $\dot{Y}/Y$ ).

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L} = \frac{n}{1-\gamma} - n = \frac{n-(1-\gamma)n}{1-\gamma}$$

$$(9) \quad \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\gamma n}{1-\gamma}$$

«Ninguna de las tasas de crecimiento está relacionada con las decisiones endógenas de acumulación de capital y, a pesar de los retornos crecientes a escala, la tasa de crecimiento sigue siendo determinada por las variables exógenas  $\gamma$  y  $n$ » (Cesaratto 1999: 780). De este modo, el modelo fracasa en su intento de relacionar la tasa de crecimiento del producto de largo plazo con la tasa de ahorro. A pesar de que Arrow está trabajando con una función de retornos crecientes a escala, está incurriendo en la paradoja neoclásica. Esta es la diferencia con el modelo  $AK$ , donde la tasa de crecimiento siempre depende del ahorro y no existe convergencia porque no existen rendimientos marginales decrecientes del capital, por lo que no se converge a una tasa constante de ahorro.

Pero, ¿por qué fracasó el modelo de Arrow? El problema del crecimiento endógeno es mostrar que puede haber una tasa constante de crecimiento sin un crecimiento exógeno de la fuerza de trabajo o un cambio técnico exógeno. Si asumimos que  $n = 0$ , es decir que la fuerza laboral está constante, y asumimos, como Arrow, que  $\gamma < 1$ , la ecuación de progreso técnico, ecuación (6), implica que la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo es igual a:

$$\frac{\dot{H}}{H} = \gamma \frac{\dot{K}}{K}$$

Como el coeficiente es menor que uno, el crecimiento de la eficiencia del trabajo es menos que proporcional al crecimiento del *stock* de capital. Por lo mismo, la acumulación endógena de capital no es capaz de originar un incremento proporcional en la fuerza de trabajo en unidades de eficiencia. La función  $H$  anterior cumple la función de expandir los efectos sobre el crecimiento de la tasa de crecimiento exógena de la fuerza de trabajo. Por un lado, el modelo de Arrow es un importante avance con respecto al modelo Solow-Swan, pues el crecimiento de la productividad es independiente del cambio técnico exógeno. Por otro lado, el crecimiento de la productividad sigue siendo dependiente del crecimiento exógeno de la fuerza de trabajo (Cesaratto 1999).

Si la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo en unidades de eficiencia fuera proporcional a la tasa de crecimiento del *stock* de capital (es decir,  $\gamma = 1$ ), la economía crecería impulsada por la acumulación de capital con una proporción constante de capital y trabajo en unidades de eficiencia, libre tanto del crecimiento exógeno de la fuerza de trabajo o de cambio técnico exógeno.

Si  $\gamma = 1$  y  $n = 0$ , entonces:

$$H = K \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{H}}{H} = \frac{\dot{K}}{K}$$

En la función de producción, tendríamos:

$$Y = AK^\alpha (KL_0)^{1-\alpha} = AK(L_0)^{1-\alpha}$$

Por lo tanto, la tasa de crecimiento del producto per cápita será igual a:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \frac{\dot{K}}{K} + (1-\alpha) \frac{\dot{L}_0}{L_0}$$

Como se asume que  $A$  y  $L_0$  permanecen constantes en el tiempo, entonces:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K}$$

De la condición de equilibrio dinámico y utilizando las funciones de ahorro e inversión, se obtiene:

$$\dot{K} = sY$$

Dividimos entre  $K$  para obtener la tasa de crecimiento del *stock* de capital.

$$\frac{\dot{K}}{K} = \frac{sY}{K}$$

Puesto que  $\dot{Y}/Y = \dot{K}/K$ , entonces, el ratio producto–capital permanece constante:

$$\frac{\dot{K}}{K} = \frac{s}{v} = sA(L_0)^{1-\alpha}$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{s}{v} = sA(L_0)^{1-\alpha}$$

Como vemos, si  $\gamma = 1$  y  $n = 0$ , el *stock* de capital y el producto crecen a la tasa constante  $s/v$ . Es decir, el producto crece aún si la fuerza laboral permanece constante. Además, la paradoja de Solow es eliminada pues la tasa de crecimiento depende directamente de la tasa de ahorro de la economía.

Pero, ¿por qué Arrow no supuso que  $\gamma = 1$ ? De acuerdo con Cesaratto (1999) son posibles dos razones: «una razón es que la evidencia empírica le sugiriera a Arrow que el progreso técnico no era un proceso acumulativo sin fin, y que algún motor externo, como la tasa de crecimiento de la población, era necesario [...]. Otra razón más profunda se refiere a la inconsistencia entre el supuesto referido al progreso técnico y el papel del trabajo en la teoría de la distribución y empleo de los economistas marginalistas o neoclásicos» (1999: 781).

Cuando  $\gamma = 1$  la tasa de crecimiento es impulsada por el crecimiento de  $K$  y es independiente del cambio técnico exógeno. Además, se cancela el papel del trabajo en la función de producción y por lo tanto se sacrifica la tendencia al pleno empleo, como veremos más adelante, en el modelo de Romer (1986). Suponer  $\gamma = 1$  conlleva a una contradicción con la teoría neoclásica, pues no se garantiza el crecimiento con pleno empleo (Cesaratto 1999).

Tanto el trabajo de Frankel como el de Arrow han sido fundamentales en la teoría de crecimiento endógeno. Estos modelos influenciaron a los autores de la segunda generación de modelos marcando dos direcciones de investigación: los modelos seudo Harrod-Domar, inspirados en el *learning by doing* de Arrow y el modelo  $AK$  de Frankel; y los modelos neo-exógenos, que integran la ecuación de cambio técnico de Solow con una relación entre la tasa de cambio de la productividad del trabajo y la elección de la sociedad entre consumo presente y futuro.

### 3. MODELOS DE CRECIMIENTO ENDÓGENO DE SEGUNDA GENERACIÓN

Luego de los desarrollos de la primera generación de modelos, Frankel (1962) y Arrow (1962), se marcaron dos principales direcciones de investigación, las cuales son conocidas como la segunda generación de modelos de crecimiento endógeno (Cesaratto 1999):

- **Modelos seudo Harrod-Domar**, inspirados en el *learning by doing* de Arrow y que reviven el modelo  $AK$  de Frankel. La idea dominante es eliminar de la función de producción el «factor no producido», para evitar cualquier fuente de rendimientos decrecientes del factor producido.

- **Modelos neo-exógenos.** La idea dominante es integrar la ecuación de cambio técnico de Solow ( $H = H_0 e^{\mu t}$ ) con una relación entre la tasa de cambio de la productividad del trabajo y la elección de la sociedad entre consumo presente y futuro. Esta elección afecta la productividad del trabajo vía los recursos dedicados a I&D, educación, infraestructura, etcétera.

## Modelos seudo Harrod-Domar

Como ya se mencionó, los modelos seudo Harrod-Domar retoman el modelo *AK* presentado por Frankel (1962) y el *learning by doing* de Arrow (1962). La idea básica de estos modelos es abandonar la función de producción neoclásica, por lo que ya no hay razones para suponer rendimientos marginales decrecientes del factor productivo *K*. Dentro de este tipo de modelos resalta el modelo de Paul Romer (1986), uno de los primeros desarrollos de la denominada nueva teoría del crecimiento.

### El modelo de Romer (1986)

En su trabajo «Increasing Returns and Long-Run Growth» de 1986, Paul Romer plantea una visión alternativa a los modelos de crecimiento neoclásicos:

En un equilibrio competitivo completamente especificado, el producto per cápita puede crecer ilimitadamente, posiblemente a una tasa que es monotónicamente creciente en el tiempo. La tasa de inversión y la tasa de ganancia del capital pueden crecer, en lugar de decrecer, con los incrementos en el *stock* de capital. El nivel del producto per cápita en diferentes países no tiene por qué converger; el crecimiento puede ser persistentemente más lento en países menos desarrollados e incluso puede no ocurrir. Estos resultados no dependen de ningún cambio tecnológico exógenamente especificado o diferencias entre países. Las preferencias y la tecnología son constantes e idénticas. Incluso el tamaño de la población puede mantenerse constante. Lo que es crucial para estos resultados es el abandono del supuesto de rendimientos decrecientes (Romer 1986: 1003).

Romer (1986) propone un modelo de crecimiento endógeno en el cual el crecimiento de largo plazo está dirigido principalmente por la acumulación de conocimiento, considerado como un bien de capital intangible, por parte de agentes maximizadores de beneficios y previsores perfectos. A diferencia del capital físico, el nuevo conocimiento es producto de una investigación tecnológica que exhibe retornos decrecientes a escala. «Dado el *stock* de conocimiento en un momento en el tiempo, duplicar los insumos necesarios para la investigación no duplicará la cantidad de nuevo conocimiento producido» (Romer 1986: 1003).

**RETORNOS CRECIENTES A ESCALA Y CRECIMIENTO**

La relación entre crecimiento económico y los retornos crecientes a escala se remontan a las ideas de Adam Smith (1776) acerca de la división del trabajo como causa principal del incremento de la eficiencia de este factor productivo (Romer 1986). Alfred Marshall (1890) realizó una distinción entre las economías internas y externas a la firma. «Marshall interpretó los retornos crecientes como el resultado de crecimiento proporcional de todos los factores, producidos y no producidos, en una industria, y los consideró internos a la industria pero externos a la firma» (Cesaratto 1999: 774). La idea de Marshall sería luego utilizada en la teoría del crecimiento endógeno para modelar retornos crecientes a escala en competencia (Romer 1994: 14).

Allyn Young (1928) formalizó la idea de Marshall en un modelo de equilibrio competitivo. Young concluye que:

[...] el mecanismo de los retornos crecientes no puede ser discernido adecuadamente analizando los efectos de las variaciones en el tamaño de las firmas individuales o de una industria en particular, pues la división progresiva y la especialización de las industrias es una parte esencial del proceso por el cual se efectúan los retornos crecientes. Lo que se requiere es que las operaciones industriales sean consideradas como una unidad interrelacionada. [...] [La] división del trabajo depende de la extensión del mercado, pero la extensión del mercado también depende de la división del trabajo. En esta circunstancia yace la posibilidad del progreso económico como resultado del nuevo conocimiento que los hombres están en capacidad de adquirir, ya sea en pos de su interés económico o no económico (1928: 539).

Abramovitz (1952) argumentó que la acumulación de capital, al aumentar el nivel de producto, aumentaría al mismo tiempo la eficiencia de los otros factores, de modo que las proporciones relativas del capital y de los demás factores en unidades de eficiencia se mantengan constantes. Para Abramovitz, los retornos crecientes implican un incremento en la eficiencia del factor no producido y así contrarrestan los rendimientos marginales decrecientes del factor acumulable (Cesaratto 1999).

Desarrollos posteriores que incluyen retornos crecientes son los trabajos de Arrow (1962) y Sheshinski (1967). Sin embargo, estos avances estuvieron limitados por la dependencia de la tasa de crecimiento con respecto a la tasa de crecimiento de la población, exógenamente determinada. La teoría del crecimiento endógeno, en particular los modelos de segunda generación, adopta de cierto modo la visión de Abramovitz acerca de los retornos crecientes (Cesaratto 1999).

Por otro lado, la productividad marginal del conocimiento es creciente aún si todos los demás factores de producción permanecen constantes. Por lo tanto, el conocimiento aumentará ilimitadamente, pues la producción siempre aumenta cuando

se incrementa el conocimiento. Además, la inversión en conocimiento implica una externalidad natural. «Se asume que la creación de nuevo conocimiento por parte de una firma tiene un efecto externo positivo en las posibilidades de producción de otras firmas porque el conocimiento no puede ser perfectamente patentado o mantenido en secreto» (Romer 1986: 1003).

Se construye así un modelo de crecimiento endógeno con retornos crecientes a escala en la producción del bien de consumo final o producto ( $Y$ ). A pesar de la existencia de retornos crecientes a escala, existe un equilibrio competitivo con externalidades, aunque este equilibrio no es un óptimo de Pareto. La existencia de externalidades es esencial para la existencia del equilibrio. Sin embargo, la característica fundamental de este modelo es el supuesto de rendimientos marginales crecientes del bien de capital intangible, el conocimiento.

### El modelo

Romer (1986) plantea un modelo similar al propuesto por Arrow (1962):

- (1)  $Y = AK^\alpha (HL)^{1-\alpha}$  Función de producción agregada de la economía
- (2)  $S = sY$  Función de ahorro
- (3)  $I = \dot{K}$  Inversión (asumimos que no existe depreciación)
- (4)  $S = I$  Condición de equilibrio dinámico
- (5)  $H = K^\gamma$  Cambio técnico

Sin embargo, a diferencia de Arrow (1962), Romer asume  $\gamma = 1$ . Por lo tanto, la ecuación (5) se convierte en:

$$(5.a) H = K$$

El cambio técnico (eficiencia del trabajo) es proporcional a la acumulación de capital (tasa de crecimiento del *stock* de capital). En su modelo, Romer desea explicar el crecimiento de la economía sin hacer alusión a variables exógenas, por ello elimina de su modelo la tasa de crecimiento de la fuerza laboral. De este modo, se supone que la fuerza de trabajo está constante y puede ser normalizada a la unidad ( $L = 1$ ).

$$(6) L = 1$$

La utilidad de este supuesto está en que permite mostrar que la tasa de crecimiento que se va a obtener no depende de la tasa de crecimiento de la fuerza laboral ( $n$ ). Es decir, a diferencia de los resultados del modelo de Arrow (1962), en el cual la tasa de

crecimiento es una función monotónicamente creciente de la tasa de crecimiento de la población, Romer (1986) sostiene que es posible que la economía crezca incluso si la fuerza laboral permanece constante.

Para hallar la tasa de crecimiento del *stock* de capital y del producto, utilizamos la condición de equilibrio dinámico y las funciones de ahorro e inversión:

$$S = sY = I = \dot{K}$$

$$\dot{K} = sAK^\alpha (HL)^{1-\alpha}$$

Reemplazando en esta expresión los valores de  $H$  y  $L$ , tenemos:

$$\dot{K} = sAK^\alpha (K)^{1-\alpha}$$

$$\dot{K} = sAK$$

Por lo tanto, la tasa de crecimiento del *stock* de capital es igual a:

$$(7) \quad \frac{\dot{K}}{K} = sA$$

En la función de producción, si reemplazamos los valores del cambio técnico y de la fuerza laboral normalizada, se obtiene:

$$Y = AK^\alpha (HL)^{1-\alpha}$$

$$Y = AK^\alpha (KL)^{1-\alpha}$$

$$Y = AK^\alpha K^{1-\alpha}$$

$$Y = AK$$

La tasa de crecimiento del producto será, por lo tanto, igual a la tasa de crecimiento del *stock* de capital:

$$(8) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = sA$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = sA$$

Esta es una nueva versión del modelo de Frankel (1962). El *stock* de capital ( $K$ ) está constituido por dos componentes uno físico y otro humano. El componente humano es resultado de la difusión o las externalidades que origina la acumulación de capital y que es captado por la ecuación (5.a) de progreso técnico. La tasa de ahorros de la comunidad

afecta directamente la acumulación del componente físico e indirectamente afecta el componente de capital humano a través de la ecuación (5.a) (Cesaratto 1999).

El objetivo de los modelos de crecimiento endógeno es explicar el progreso técnico endógenamente para explicar el crecimiento del producto. El modelo de Romer (1986) pertenece al grupo de modelos conocidos como los modelos *AK*, presentados en la primera sección de este capítulo. Asimismo, Dutt sostiene que el modelo de Romer es semejante al modelo de Arrow (1962), pero difiere en que el crecimiento del factor *K* es interpretado en el modelo de Romer como consecuencia de la inversión en investigación y desarrollo y no como consecuencia del *learning by doing* de Arrow (Dutt 2003: 75).

Según Cesaratto, este tipo de modelos contiene el mensaje principal de la teoría del crecimiento endógeno: «el crecimiento endógeno proviene de un sector de la economía que produce sin utilizar un recurso no-reproducibile (trabajo), sino solo un factor reproducibile (capital), la acumulación del cual es contingente a las preferencias de ahorro de la comunidad» (1999: 784). El sector que produce, según Romer, sin utilizar recursos no reproducibles, es un sector virtual representado por la ecuación (5.a), en el que el capital exhibe una externalidad que da lugar a la producción de capital humano. En este sentido, Romer (1986) parece retomar la idea de Abramovitz acerca de los retornos crecientes a escala a causa del incremento en la oferta de un único factor (capital) (Cesaratto 1999).

De esta manera, el modelo de Romer encuentra una tasa de crecimiento del producto constante en el tiempo. Puesto que se asume que no hay crecimiento de la fuerza laboral, tanto el *stock* de capital per cápita como el producto per cápita crecerán a la tasa de crecimiento del *stock* de capital y del producto. Por lo tanto, el producto per cápita puede crecer ilimitadamente.

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \rightarrow \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{Y}}{Y} = sA$$

$$(9) \quad \frac{\dot{k}}{k} = sA$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L} \rightarrow \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = sA$$

$$(10) \quad \frac{\dot{y}}{y} = sA$$

Si bien el modelo de Romer (1986) consigue eliminar uno de los principales resultados perversos del modelo de crecimiento neoclásico, es decir, el hecho de que no hay crecimiento en el producto per cápita si no se incluye un factor de progreso

técnico exógeno; no obstante, la tendencia al pleno empleo, asegurada por los modelos neoclásicos, ya no puede ser garantizada en el modelo de Romer.

### La tendencia al pleno empleo

El crecimiento con pleno empleo requiere que la tasa natural de crecimiento coincida con la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo y no puede depender de otros parámetros como la tasa de ahorro. Así, para hacer endógena la tasa de crecimiento en este modelo se sacrifica la restricción de pleno empleo al eliminar la fuerza de trabajo de la función de producción. Al cancelar el papel del trabajo y de cualquier otro factor con una tasa de reproducción que no depende de la tasa de ahorro, se eliminan los rendimientos marginales del capital. Sin embargo, ello también sacrifica la tendencia hacia el pleno empleo reclamado por la teoría neoclásica. Debido a este resultado poco deseable desde una perspectiva neoclásica, es probable que Arrow (1962) descartara el caso en el que el parámetro  $\gamma$  es igual a la unidad (Cesaratto 1999).

Cesaratto (1999) resalta la relación entre los resultados de los modelos de la teoría de crecimiento endógeno y el modelo de Harrod-Domar:

Con respecto a las prescripciones de política, el modelo de Harrod-Domar sugiere que altas tasas de crecimiento requieren de altas tasas de ahorro. Pero, analíticamente, el modelo de Harrod-Domar no comparte las propiedades del modelo neoclásico en el sentido de que las curvas de demanda con pendiente negativa de trabajo y capital asegura, a largo plazo, que la economía tienda a una tasa de crecimiento igual a la tasa de crecimiento de la oferta de trabajo, y que los factores son remunerados con su producto marginal (1999: 785).

Además, el modelo *AK* comparte con el modelo de Harrod-Domar los mismos problemas: improbabilidad del crecimiento con pleno empleo e inestabilidad. Al desaparecer el trabajo de la función de producción, supuesto que facilita la incorporación de la noción de capital humano, la preocupación por el pleno empleo de la fuerza laboral desaparece también. Una vez abandonadas las curvas de oferta y demanda de factores productivos, la idea de que la economía tiende a la utilización plena de su capacidad ya no tiene justificación. En otras palabras, la idea de que la oferta de ahorro correspondiente al ingreso de pleno empleo se convierte en inversión (con lo cual los neoclásicos rechazan cualquier consideración de la demanda efectiva), ya no tiene fundamento (Cesaratto 1999).

En conclusión, hay una inconsistencia en los modelos *AK*. «Rompen con el postulado neoclásico básico (el papel desempeñado por la escasez relativa de factores en la teoría del producto y la distribución), mientras mantienen algunas de sus conclusiones que se desprenden de este postulado, en particular, el pleno empleo de ambos factores capital y trabajo» (Cesaratto 1999: 785).

## Modelos neo-exógenos

Los modelos vistos hasta ahora consideran la acumulación de capital como la fuente de los retornos crecientes a escala. Los modelos neo-exógenos se centran en la inversión en educación, investigación y desarrollo (I&D), etcétera, como la fuente principal del cambio técnico. En estos modelos, se añade a la función de progreso técnico exógeno de Solow una variable relacionada con las decisiones endógenas de la comunidad entre consumo presente y futuro. De este modo, la idea fundamental de este tipo de modelos es integrar la ecuación de cambio técnico de Solow,  $H = H_0 e^{mt}$ , con una relación entre la tasa de cambio de la productividad del trabajo y estas elecciones de la sociedad entre consumo presente y futuro.

A continuación se presentan dos modelos neo-exógenos:

- El modelo de capital humano de Lucas (1988)
- El modelo *neo-vintage* de Romer (1990)

A diferencia de los modelos de tipo *AK*, los modelos neo-exógenos no rompen con los principios neoclásicos. La principal diferencia entre este tipo de modelos y el modelo neoclásico de Solow-Swan se encuentra en la incorporación del capital humano y en que la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo depende ahora de las decisiones de ahorro de la comunidad (Cesaratto 1999).

### El modelo de capital humano de Lucas

En su trabajo «On the Mechanics of Economic Development» de 1988, Robert Lucas plantea la construcción de una teoría neoclásica del crecimiento que sea compatible con los principales hechos empíricos del desarrollo económico. De este modo, si bien Lucas reconoce la importancia del modelo neoclásico de Solow en el estudio sobre teoría del crecimiento, considera que no puede ser tratado como una teoría del desarrollo, pues no explica las diferencias significativas en los niveles de crecimiento de los distintos países registradas empíricamente (1988: 13). Por lo tanto, Lucas (1988) realiza modificaciones al modelo neoclásico original para obtener un sistema que refleje mejor las diferencias en los niveles de desarrollo de las economías del mundo. Para ello, incluye en el modelo tradicional los efectos del capital humano.

Existen dos tipos de capital: «el capital físico, el cual es acumulado y utilizado en la producción [...], y el capital humano, el cual mejora la productividad del trabajo y del capital físico y que es acumulado de acuerdo a una “ley”, con la propiedad crucial de que un nivel constante de esfuerzo produce una tasa de crecimiento constante del *stock*, independientemente del nivel alcanzado» (Lucas 1988: 39). Asimismo,

Lucas (1988) diferencia los términos «tecnología», que equivale al conocimiento humano en general y que es igual para todos los países, del término «capital humano», el cual hace alusión al conocimiento adquirido por grupos de personas específicos:

El «conocimiento humano» es solo humano, no japonés ni chino ni coreano. Creo que cuando hablamos de diferencias en «tecnología» entre países no estamos hablando de conocimiento en general, sino del conocimiento de personas en particular, o tal vez de subculturas de personas. Si es así, entonces, mientras no es exactamente erróneo describir estas diferencias con un término exógeno  $A$ , tampoco es útil hacerlo. Deseamos una formalización que nos lleve a pensar acerca de las decisiones individuales de adquirir conocimiento y acerca de las consecuencias de estas decisiones en la productividad. El cuerpo teórico que estudia esto es llamado la teoría del «capital humano». [...] Simplemente quiero imponer la convención terminológica de que «tecnología» —su nivel y tasa de cambio— será usado para referirnos a algo común en todos los países [...] cuyos determinantes están afuera de los límites de la presente investigación (Lucas 1988: 15).

El capital humano de un individuo es su nivel general de habilidad: si un trabajador posee un nivel de capital humano igual a  $h$ , entonces este individuo produce el doble de lo que produce un trabajador con un nivel de capital humano de  $h/2$ , o la mitad de lo que produce un trabajador con un nivel de capital humano de  $2h$ . La teoría del capital humano, según Lucas (1988), se centra en el hecho de que la asignación del tiempo de un individuo entre varias actividades en el período actual, afecta su productividad, o su nivel de capital humano, en períodos futuros.

De este modo, el modelo asume que hay  $L$  trabajadores en la economía con niveles de habilidad que van desde cero hasta infinito ( $h \in [0, \infty]$ ). El número de trabajadores con un nivel de habilidad  $h$  es  $L_h$ . Cada trabajador con nivel de habilidad  $h$ , dedica una fracción  $\mu_h$  de su tiempo a la producción actual y la fracción restante,  $1 - \mu_h$ , de tiempo es dedicada a la acumulación de capital humano. Por lo tanto, la introducción del capital humano en el modelo implica descifrar cómo los niveles de capital humano ( $h$ ) afectan la producción actual y cómo la asignación de tiempo de los individuos (entre  $\mu_h$  y  $1 - \mu_h$ ) afecta la acumulación de capital humano ( $h$ ). Sin embargo, Lucas reconoce que la acumulación del capital humano también puede darse durante la producción y puede ser adquirida durante el trabajo, de acuerdo con el *learning by doing* de Arrow (1962). Para una extensión del modelo que incluye esta característica, véase la quinta sección de Lucas (1988).

La función de producción del modelo de Lucas, ecuación (1), muestra cuánto del bien final trigo ( $Y$ ) se puede producir con el *stock* de capital existente y con la cantidad de trabajo efectivo dedicado a la producción de trigo. Como se mencionó, el término  $\mu$  representa la participación del tiempo de trabajo empleado en la producción

de trigo y  $(1 - \mu)$ , la participación del tiempo que se desvía de la producción de trigo sobre la base de preferencias entre consumo presente y futuro. Esta fracción restante de tiempo se emplea en actividades educacionales que incrementan la eficiencia de las futuras generaciones de trabajadores.

### El modelo

- (1)  $Y = AK^\alpha (\mu HL)^{1-\alpha}$  Función de producción
- (2)  $S = sY$  Ahorro
- (3)  $I = \dot{K}$  Inversión
- (4)  $S = I$  Equilibrio dinámico
- (5)  $L = L_0 e^{nt}$  Crecimiento de la fuerza laboral
- (6)  $\dot{H} = H^\theta (1 - \mu)$  Acumulación de capital humano

Para obtener una tasa constante, siguiendo el trabajo de Uzawa (1965) y Rosen (1976), Lucas (1988) supone que  $\xi = 1$ . Por lo tanto, la ecuación (6) es igual a:

$$\dot{H} = H^\theta (1 - \mu)$$

Si no se dedicara tiempo a la acumulación de capital humano, es decir,  $\mu = 1$ , entonces, la acumulación de capital humano sería cero. Por otro lado, si se dedicara todo el tiempo en la acumulación de habilidades ( $\mu = 0$ ), entonces el capital humano aumentaría a la tasa constante  $\theta$ , su máxima tasa de crecimiento.

$$S = I$$

$$sY = \dot{K}$$

$$sAK^\alpha (\mu HL)^{1-\alpha} = \dot{K}$$

En términos per cápita, tenemos:

$$\frac{(\dot{K})}{L} = \frac{sAK^\alpha (\mu HL)^{1-\alpha}}{L}$$

$$\frac{(\dot{K})}{L} = sA \left( \frac{K}{L} \right)^\alpha \left( \frac{\mu HL}{L} \right)^{1-\alpha}$$

$$(7) \quad \frac{(\dot{K})}{L} = sAk^\alpha (\mu H)^{1-\alpha}$$

Como sabemos:

$$\dot{k} = \left( \frac{\dot{K}}{L} \right) = \frac{(\dot{K})}{L} - \frac{\dot{L}}{L} k \quad \rightarrow \quad \frac{(\dot{K})}{L} = \dot{k} + nk$$

Reemplazamos este valor en la ecuación (7) y hallamos la tasa de crecimiento del capital per cápita:

$$\frac{(\dot{K})}{L} = \dot{k} + nk = sAk^\alpha (\mu H)^{1-\alpha}$$

$$\dot{k} = sAk^\alpha (\mu H)^{1-\alpha} - nk$$

$$(8) \quad \frac{\dot{k}}{k} = sAk^{\alpha-1} (\mu H)^{1-\alpha} - n$$

Por otro lado, podemos hallar la tasa de crecimiento del producto per cápita, el cual es igual a:

$$\frac{Y}{L} = \frac{AK^\alpha (\mu HL)^{1-\alpha}}{L}$$

$$y = A \left( \frac{K}{L} \right)^\alpha \left( \frac{\mu HL}{L} \right)^{1-\alpha}$$

$$y = \left( \frac{K}{L} \right)^\alpha (\mu H)^{1-\alpha}$$

$$y = k^\alpha (\mu H)^{1-\alpha}$$

Tomando logaritmos y derivando con respecto al tiempo, tenemos:

$$\frac{d(\ln y)}{dt} = \alpha \frac{d(\ln k)}{dt} + (1-\alpha) \left[ \frac{d(\ln \mu)}{dt} + \frac{d(\ln H)}{dt} \right]$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + (1-\alpha) \left[ \frac{\dot{H}}{H} \right]$$

Reemplazamos la tasa de crecimiento del  $H$ , en esta última ecuación:

$$(9) \quad \frac{\dot{H}}{H} = \phi(1 - \mu)$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + (1 - \alpha)[\phi(1 - \mu)]$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha [sAk^{\alpha-1}(\mu H)^{1-\alpha} - n] + (1 - \alpha)[\phi(1 - \mu)]$$

$$(10) \quad \frac{\dot{y}}{y} = \alpha \left[ s \frac{f(k)}{k} - n \right] + (1 - \alpha)[\phi(1 - \mu)]$$

De la tasa de crecimiento del capital per cápita, podemos hallar la tasa de crecimiento del *stock* de capital de la economía:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{K}}{K} = sAk^{\alpha-1}(\mu H)^{1-\alpha}$$

De la ecuación (9) podemos hallar  $H$ :

$$\square = \square (1 - \mu)H$$

$$H = e^{\square(1-\mu)t}$$

Para hallar la tasa de crecimiento del producto, tomamos logaritmos a la función de producción y derivamos con respecto al tiempo:

$$\frac{d(\ln Y)}{dt} = \alpha \frac{d(\ln K)}{dt} + (1 - \alpha) \left[ \frac{d(\ln \mu)}{dt} + \frac{d(\ln H)}{dt} + \frac{d(\ln L)}{dt} \right]$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \alpha) \left[ \frac{\dot{H}}{H} + \frac{\dot{L}}{L} \right]$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \alpha)[\phi(1 - \mu) + n]$$

Reemplazando la tasa de crecimiento del *stock* de capital, tenemos que la tasa de crecimiento del producto es igual a:

$$(11) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha [sAk^{\alpha-1}(\mu H)^{1-\alpha}] + (1 - \alpha)[\phi(1 - \mu) + n]$$

Contrariamente a lo que ocurre con los modelos *AK*, el modelo de Lucas no rompe con los principios neoclásicos. Lucas sostiene que «aparte de los cambios en la tecnología para incorporar el capital humano y su acumulación, el modelo es idéntico al modelo de Solow» (1988: 19-20). La diferencia está en el término  $(1 - \mu)$  que permite considerar la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo, como dependiente de las decisiones de ahorro de la comunidad (Cesaratto 1999).

### El modelo *neo-vintage* de Romer

En 1990, Paul Romer publicó su trabajo «Endogenous Technological Change». En él se presenta un modelo de crecimiento en el cual el cambio técnico, principal determinante del crecimiento, es producto de las decisiones de inversión de agentes maximizadores de beneficios. El modelo de Romer (1990: S72) parte de tres premisas:

1. El cambio técnico, entendido como el mejoramiento de las instrucciones para combinar insumos en la producción, es central para el crecimiento económico.
2. El cambio tecnológico ocurre mayormente a causa de las acciones intencionales de personas que responden a los incentivos del mercado. Por ello que se considera que el cambio técnico es endógeno al sistema económico.
3. La tecnología, entendida como las instrucciones para trabajar con factores de producción, presenta una naturaleza distinta a la de cualquier otro bien. La principal diferencia está en que para producir esta tecnología se requiere de un costo fijo; sin embargo, una vez creadas las instrucciones, el costo adicional de emplearlas es nulo.

De estas tres premisas, podemos resaltar dos hechos. Por un lado, la primera premisa establece una clara similitud entre el modelo de Romer (1990) y el modelo de Solow (1956) con progreso técnico exógeno en cuanto a la relevancia del cambio técnico. Por otro lado, las dos últimas premisas evidencian que el modelo de crecimiento agregado parece desenvolverse mejor bajo condiciones de competencia imperfecta.

Para la teoría del crecimiento, los bienes relevantes son aquellos que no son rivales pero sí son excluibles. La segunda premisa implica que la tecnología es un factor no rival; sin embargo, de acuerdo con la segunda premisa, el cambio técnico es producto de inversiones que buscan maximizar beneficios. Es decir, la mejora tecnológica debe resultar rentable para las firmas que invierten el proceso de cambio técnico. Por lo tanto, la tecnología debe resultar, de alguna forma, un bien excluible. De este modo, de acuerdo con la primera premisa, el crecimiento ocurre a causa de la acumulación de un factor no rival y semi-excluible (Romer 1990).

### BIENES PÚBLICOS: RIVALIDAD Y EXCLUSIÓN

Los bienes económicos tienen dos propiedades que permiten caracterizarlos como bienes públicos o bienes económicos convencionales: la rivalidad y la posibilidad de exclusión.

La rivalidad es un atributo tecnológico. Si un bien es rival, su uso por una persona o firma impide el uso que otra persona o firma pueden hacer de ese bien (por ejemplo, un espacio en el estacionamiento).

La posibilidad de exclusión es un atributo que depende de la tecnología y del sistema legal. Un bien puede ser excluible si su dueño puede evitar que alguien lo use (por ejemplo, la televisión por cable: es necesario pagar por el servicio para acceder a él).

Un bien catalogado como un bien público no es rival y no excluible, a diferencia de los bienes convencionales, los cuales son rivales y permiten la exclusión de su consumo. Debido a la no exclusión, los bienes públicos no son provistos por empresas privadas, pues no es posible cobrar un precio por ellos (o resulta muy costoso en relación al valor del bien). Por lo tanto, la producción de bienes públicos no resulta rentable para las firmas privadas, a diferencia de los bienes convencionales, los cuales se comercializan en el mercado. Es por ello que la provisión de bienes públicos es una función del Estado, que se financia con el pago de impuestos por parte de los contribuyentes.

Romer (1990) sostiene que la investigación científica básica es un ejemplo de un bien público, y por lo tanto debe ser modelado en la teoría del crecimiento como tal. Asimismo Sala-i-Martin señala: «La principal característica física de la tecnología es que es un bien no rival. Esto significa que muchos usuarios pueden usar la misma fórmula o los mismos diseños a la vez» (2002: 9).

### Sectores económicos y factores de producción

El planteamiento del modelo de Romer (1990) es parecido al modelo de generaciones de Robert Solow (1960). Romer supone que hay bienes de capital de distintas generaciones ( $X_t$ ). En cada período, una generación de máquinas del período anterior sirve para producir en el período corriente. Se produce trigo ( $Y$ ) en todos los períodos.

La economía está compuesta por tres sectores:

- El sector de bienes de consumo finales (trigo,  $Y$ )
- El sector productor de bienes intermedios ( $X_t$ )
- El sector de investigación, el cual diseña los distintos tipos de bienes de capital

Asimismo, existen cuatro factores de producción, trabajo ( $L$ ), capital físico ( $X_t$ ), capital humano ( $H$ ) y un índice del nivel de la tecnología. El factor trabajo hace referencia a habilidades físicas que cualquier persona saludable se halla en condiciones de desarrollar y se contabiliza en número de personas. El capital físico es el conjunto

de bienes intermedios de distintas generaciones, y es medido en unidades del bien de consumo ( $Y$ ).

El factor de capital humano en el modelo de Romer difiere del concepto utilizado en los modelos seudo Harrod-Domar. Romer considera un concepto de capital humano que es propio de una persona en particular, como años de educación o entrenamiento: «Este concepto de capital humano es más limitado que la noción usada en modelos teóricos de crecimiento basados en la acumulación ilimitada de capital humano como en los presentados por King y Rebelo (1987), Lucas (1988) y Becker et al. [...] El modelo usado aquí separa el componente rival del conocimiento ( $H$ ) del componente no rival, componente tecnológico  $A$ » (1990: S79). Existen  $A$  diseños de bienes de capital (generaciones) utilizados para producir  $Y$ . Por lo tanto, en este modelo existe capital físico heterogéneo de distintas generaciones.

El sector de bienes finales utiliza trabajo, capital humano y los bienes de capital físico producidos en el sector de bienes intermedios para producir trigo. El capital aparece en la suma de  $A$  diferentes tipos de bienes de capital  $X_i$ .  $L$  es el *stock* de trabajo ordinario y  $H_y$  es el monto de capital humano dedicado a la producción de  $Y$ . De este modo, la producción de trigo puede ser representada por una función Cobb-Douglas de la siguiente forma:

$$Y = H_y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^A (X_i^{1-\alpha-\beta}) \quad \text{Función de producción de bienes finales (trigo)}$$

El sector de investigación, que produce diseños de los bienes de capital futuros, es clave para el cambio técnico endógeno. El número de diseños producidos en cada período es  $A$ . Para producir conocimiento, lo cual se expresa en la elaboración de nuevos diseños, en el sector de investigación solo se utiliza capital humano ( $H_A$ ) y el *stock* de conocimiento previo ( $A$ ). Como se mencionó,  $A$  es el componente no rival de la tecnología, hace alusión al *stock* de conocimiento que no pertenece a ningún individuo en particular (a diferencia del capital humano). Todos los investigadores pueden utilizar el *stock* de conocimientos al mismo tiempo.

Por lo tanto, el producto de un investigador  $j$  es:

$$A_j = \square H_j A$$

Donde  $\square$  es la productividad de los investigadores y se asume que es constante en el tiempo e igual para todos los investigadores del sector. Por lo tanto, el producto de todos los  $J$  investigadores en el sector será igual a la suma:

$$A_J = \sum \phi H_j A = \phi A \sum H_j = \phi A H_A$$

De este modo, la variación en el *stock* de conocimiento general (diseños), o la ecuación de cambio técnico, es igual a:

$$\dot{A} = \square H_A A \quad \text{Ecuación de cambio técnico}$$

Donde  $H_A$  es el capital humano dedicado al sector de investigación y desarrollo (I&D), el cual es igual a la suma del capital humano propio de cada uno de los investigadores. De la ecuación de acumulación del conocimiento general se desprenden dos observaciones. En primer lugar, hay una relación directa entre el capital humano dedicado a trabajar en investigación y la producción de nuevo conocimiento (nuevos diseños). En segundo lugar, mientras mayor sea el *stock* de conocimientos previos ( $A$ ), mayor será la productividad de los investigadores del tercer sector.

Entonces, si hay un *stock* de capital:  $\dot{A} = \square H_A A$ , por lo tanto la solución de la ecuación (1) da  $A = e^{\square H_A t}$ . Debe notarse la similitud entre la ecuación (1) de cambio técnico y la ecuación de acumulación de capital humano en el modelo de Lucas (1988),  $\square = H \square (1 - \mu)$ , es decir, la solución es  $H = e^{\square (1-\mu)t}$ , dejando de lado el parámetro  $\mu$ , pues, dados los supuestos en este modelo, no es necesario asignar el tiempo a distintas actividades, sino que los distintos sectores están asignados a estas diferentes tareas.

Los diseños elaborados en el sector de investigación son vendidos a las firmas del sector de producción de bienes intermedios. En este sector se producen los bienes de capital ( $X_i$ ) de distintas generaciones utilizando los diseños y trigo ahorrado. Cada bien de capital tiene el mismo costo de producción consistente en unidades de producto (trigo) y, como tienen la misma productividad marginal, se produce el mismo monto de cada generación (un monto  $\bar{X}$ ). Aquí podemos apreciar el «problema de medición del capital», ya que está medido en unidades de trigo (unidades de  $Y$ ). Puesto que  $A$  tipos de bienes de capital existen en cualquier momento, se deduce que:

$$\sum_{i=1}^A (X_i^{1-\alpha-\beta}) = \sum_{i=1}^A (\bar{X}^{1-\alpha-\beta}) = A (\bar{X}^{1-\alpha-\beta})$$

$$\sum_{i=1}^A X_i = A \bar{X}$$

$$K = A \bar{X}$$

Entonces la ecuación (1) se puede describir como sigue:

$$Y = H_y^\alpha L^\beta \left[ A (\bar{X}^{1-\alpha-\beta}) \right]$$

$$Y = A H_y^\alpha L^\beta \bar{X}^{1-\alpha-\beta}$$

## El modelo

El modelo completo sería:

$$(1) Y = AH_y^\alpha L^\beta \bar{X}^{1-\alpha-\beta}$$

$$(2) S = sY$$

$$(3) I = \dot{K}$$

$$(4) S = I$$

$$(5) \dot{A} = \phi H_A A$$

Dados  $H_y$ ,  $L$  y  $\bar{X}$ , y  $A$  bienes distintos de capital, entonces se puede obtener una tasa promedio de crecimiento constante para el producto, utilizando la función de producción:

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln H_y + \beta \ln L + (1 - \alpha - \beta) \ln \bar{X}$$

$$\frac{d(\ln Y)}{dt} = \frac{d(\ln A)}{dt} + \alpha \frac{d(\ln H_y)}{dt} + \beta \frac{d(\ln L)}{dt} + (1 - \alpha - \beta) \frac{d(\ln \bar{X})}{dt}$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \frac{\dot{H}_y}{H_y} + \beta \frac{\dot{L}}{L} + (1 - \alpha - \beta) \frac{\dot{\bar{X}}}{\bar{X}}$$

En el modelo de Romer (1990) se asume que la población y la oferta de trabajo se mantienen constantes y el *stock* total de capital humano en la población es fijo y es igual a  $H = H_y + H_A$  (Romer 1990: 579). Es decir, la tasa de crecimiento de la fuerza laboral y del *stock* de capital humano dedicado a la producción de trigo son iguales a cero.

$$\frac{\dot{H}_y}{H_y} = 0 \quad , \quad \frac{\dot{L}}{L} = 0$$

Como vimos, dado que  $A$  tipos de bienes de capital existen en cualquier momento, el *stock* de capital total es aproximadamente igual a  $K = A\bar{X}$ , donde  $\bar{X}$  es el monto de bienes de capital producidos. Romer asume también que  $\bar{X}$  permanece constante, es decir, que el monto de bienes de capital producido en cada período no varía. Por lo tanto, el *stock* de capital agregado crece a la tasa de cambio técnico (Romer 1990: 592).

$$\frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A} = \phi H_A \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{\bar{X}}}{\bar{X}} = 0$$

De este modo, la tasa de crecimiento del producto es igual a:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha(0) + \beta(0) + (1 - \alpha - \beta)(0)$$

$$(6) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A}$$

Reemplazamos en esta ecuación, el valor de la tasa de crecimiento del conocimiento:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \phi H_A$$

Por lo tanto, la tasa de crecimiento del producto es igual a la tasa de crecimiento del *stock* de conocimientos, es decir, a la tasa del cambio técnico. En el modelo de Romer, para una población que permanece constante, tenemos que las tasas de crecimiento del producto, el *stock* de capital, el producto per cápita y el *stock* de capital per cápita son todas iguales a la tasa de cambio técnico:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{A}}{A}$$

$$(7) \quad \frac{\dot{k}}{k} = \phi H_A$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{A}}{A}$$

$$(8) \quad \frac{\dot{y}}{y} = \phi H_A$$

Por lo tanto, el crecimiento de la economía depende del crecimiento del conocimiento o del progreso técnico, y el crecimiento de la tecnología depende a la vez de la cantidad de capital humano asignado al sector investigación ( $H_A$ ). Incluso Romer señala que, en países donde el *stock* de capital humano es muy bajo, el crecimiento puede no producirse en absoluto.

Asimismo, Romer (1990) concluye que la tasa de crecimiento depende del tamaño del mercado. Mercados más grandes inducen más investigación y crecimiento más rápido. En este sentido, el comercio contribuye al crecimiento al expandir el tamaño del mercado. Estos resultados se mantienen aun si asumimos que la población no permanece constante. A continuación se presenta el modelo de Romer (1990) con crecimiento de la población.

### El modelo de Romer (1990) con crecimiento de la población

Las ecuaciones que conforman el modelo son las mismas, pero ahora debe incluirse una ecuación para explicar la dinámica de la fuerza de trabajo, ecuación (5).

$$(1) Y = AH_y^\alpha L^\beta \bar{X}^{1-\alpha-\beta}$$

$$(2) S = sY$$

$$(3) I = \dot{K}$$

$$(4) S = I$$

$$(5) L = L_0 e^{nt}$$

$$(6) \dot{A} = \phi H_A A$$

La tasa de crecimiento del producto es igual a:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \frac{\dot{H}_y}{H_y} + \beta \frac{\dot{L}}{L} + (1-\alpha-\beta) \frac{\dot{\bar{X}}}{\bar{X}}$$

Nuevamente, asumimos que el *stock* total de capital humano en la población es fijo (Romer 1990: 579) y que  $\bar{X}$  permanece constante (Romer 1990: 592), de modo que:

$$\frac{\dot{H}_y}{H_y} = 0 \quad , \quad \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A} = \phi H_A \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{\bar{X}}}{\bar{X}} = 0$$

Por lo tanto, en la tasa de crecimiento del producto tenemos:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha(0) + \beta n + (1-\alpha-\beta)(0)$$

$$(7) \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \beta n$$

El *stock* de capital per cápita y el producto per cápita serán iguales a:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - n \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{A}}{A} - n$$

$$(8) \frac{\dot{k}}{k} = \phi H_A - n$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L} \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} - n \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{A}}{A} - (1-\beta)n$$

$$(9) \quad \frac{\dot{y}}{y} = \phi H_A - (1-\beta)n$$

Según Cesaratto (1999), existen ciertas similitudes entre el modelo de Romer (1990) y el modelo de generaciones de Solow (1960):

- a) La función de producción es una función Cobb-Douglas que incorpora una forma de cambio técnico asociado superficialmente al diseño de bienes de capital «aumentadores de trabajo».
- b) Para ambos autores el *stock* de capital se construye con máquinas que, a pesar de su diferente diseño, son homogéneas en el producto final (trigo). «La defensa de esta manera de tratar el capital argumentando que esto es “metafórico”, no es aceptable» (Cesaratto 1999: 787).
- c) La descripción del cambio técnico es similar en ambos modelos, a pesar de que en el modelo de Solow (1960) el progreso técnico es exógeno mientras que en el modelo de Romer (1990) el cambio técnico es endógeno, como se aprecia en la ecuación (6):

$$\dot{A} = \square H_A A$$

Cuya solución es:

$$A = e^{\square H_A t}$$

Consistente con el enfoque que trata a la frugalidad como el causante del crecimiento económico, la teoría neoclásica del crecimiento endógeno trata de asociar la tasa de crecimiento con las decisiones de ahorro de la comunidad. Esta asociación es directa en los modelos *AK* y a través de la influencia de la tasa de ahorro sobre el ritmo del cambio técnico, a través de la I&D, la educación, etc., en los modelos neo-exógenos (Cesaratto 1999: 787).

Como acabamos de ver, en el modelo de Romer (1990) el crecimiento de la economía depende de la cantidad de capital humano asignado al sector investigación ( $H_A$ ). El autor señala que el progreso técnico, y por ende el crecimiento de la economía, es conducido por el sector que invierte en investigación, el cual está motivado por los incentivos del mercado. Estos incentivos son el pago que reciben las firmas del sector investigación al vender las patentes de sus diseños (el nuevo conocimiento) a las firmas del sector de producción de bienes intermedios. De este modo, el crecimiento

es endógeno pues depende enteramente de las decisiones internas de los agentes de la economía.

#### 4. CONSIDERACIONES SOBRE CRECIMIENTO ENDÓGENO

Como hemos visto, la nueva teoría del crecimiento generó una mayor atención hacia temas poco desarrollados en la literatura del crecimiento económico. En esta sección se profundizan algunos aspectos de los modelos de crecimiento endógeno como el debate sobre la hipótesis de convergencia, la relación entre el crecimiento, los retornos crecientes a escala y la competencia imperfecta, y el rol de las instituciones en el crecimiento.

##### El debate sobre convergencia

Uno de los principales temas que llevó a los economistas de la EGT a la formulación de modelos alternativos al modelo de crecimiento neoclásico es la comprobación empírica de que los niveles de crecimiento y desarrollo de los distintos países no se estaban acercando en el tiempo. Como señala Rebelo: «Uno de los hechos más sorprendentes del proceso de crecimiento económico es la amplia dispersión en promedio en las tasas de crecimiento entre países. En el período de la post-guerra países como Japón, Brasil y Gabón vieron su nivel de ingreso per cápita expandirse rápidamente, mientras otros países no experimentaron cambio significativo en su nivel de vida» (1991: 1).

Como vimos en el capítulo dos, la hipótesis de convergencia absoluta, que establece que todos los países convergerán a los mismos niveles o tasas de crecimiento, ha sido fuertemente rechazada por la literatura empírica. En el modelo neoclásico, el supuesto de rendimientos decrecientes del factor capital conduce finalmente a la formulación de la hipótesis de convergencia: mientras menor era el *stock* de capital per cápita inicial (es decir, mientras más pobre era el país), mayor era la tasa de crecimiento de este *stock* y, por lo tanto, la economía crecía más rápido que las economías con un mayor *stock* de capital per cápita inicial. Por lo tanto, el rechazo de la hipótesis de convergencia, hipótesis comúnmente identificada con el modelo de Solow, implicaba el rechazo empírico de los modelos neoclásicos.

Ante esta evidencia empírica, los economistas de la EGT buscaban plantear un modelo que resultara acorde con la realidad. Como señala Paul Romer: «Ambos, Robert Lucas (1988) y yo (Romer 1986) citamos la falla de la convergencia entre países como la motivación de modelos de crecimiento que abandonan los supuestos centrales del modelo neoclásico: que el cambio tecnológico es exógeno y que las mismas oportunidades tecnológicas están disponibles en todos los países del mundo» (1994: 4). En particular, los modelos de crecimiento endógeno debían ser capaces de explicar las diferencias significativas entre los niveles de desarrollo de los países. Los modelos de crecimiento

endógeno no presentan rendimientos marginales decrecientes del capital. Asimismo, no hay una dinámica transicional hacia el estado estacionario. Es decir, no hay una relación inversa entre la tasa de crecimiento y la acumulación del capital. Por lo tanto, de acuerdo con esta teoría, los países seguirán creciendo a una tasa constante y no hay lugar para la hipótesis de convergencia.

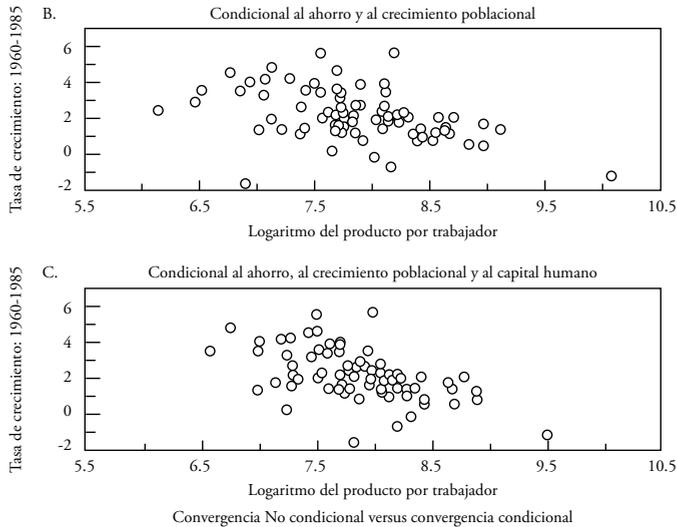
De esta manera, el debate teórico acerca de la adecuación de estos modelos se trasladó al terreno empírico: si se validaba la hipótesis de convergencia, entonces el modelo de Solow representaba mejor la realidad económica; sin embargo, el rechazo de la hipótesis, implicaba que la nueva teoría era más consistente con la realidad. Por ello, los economistas de la segunda generación de modelos de crecimiento endógeno dedicaron considerable atención a las implicancias empíricas de los modelos (Cesaratto 1999). Los economistas de la EGT consideraban que el rechazo empírico de la convergencia absoluta, documentado por la literatura (para mayor detalle, véase el capítulo dos), validaba el desarrollo de los modelos con crecimiento endógeno.

Posteriormente se reconoció que el modelo neoclásico no predice convergencia absoluta sino convergencia condicional, es decir, la hipótesis de que cada país se acerca a su nivel de estado estacionario, el cual está condicionado por los parámetros de su propia economía. Con la validación empírica de la hipótesis de convergencia condicional, «una de las regularidades empíricas más sólidas y más robustas de los datos» (Sala-i-Martin 2002: 7). Los investigadores llegaron a la conclusión contraria a la que los economistas de la EGT deseaban reflejar en sus modelos: no era el modelo neoclásico el que debía ser descartado, sino el modelo *AK*.

Sin embargo, si bien el modelo simple de tecnología *AK* era rechazado por los datos empíricos, modelos de crecimiento endógeno más sofisticados también son compatibles con la evidencia empírica sobre convergencia. «Por ejemplo, los modelos de crecimiento endógeno de dos sectores de Uzawa (1965) y el modelo de Lucas (1988) demostraron más tarde ser coherentes con la evidencia. También se demostró que los modelos *AK* de difusión tecnológica (donde la tecnología, *A*, fluye lentamente desde los países ricos a los países pobres) tienden a hacer predicciones similares» (Sala-i-Martin 2002: 7). Sin embargo, el punto clave del debate es la existencia del estado estacionario. Si no hay estado estacionario en la economía, entonces el debate en torno a la convergencia es ocioso.

Aun si los modelos de crecimiento endógeno no predicen convergencia, es posible incorporar algunos de sus elementos en las pruebas realizadas a los modelos neoclásicos. Por ejemplo, Mankiw, Romer y Weil (1992) analizaron la hipótesis de convergencia para una muestra de 75 países a lo largo del período 1960-1985, utilizando una versión del modelo de Solow que incluyera acumulación de capital humano. Los autores concluyen que: «el modelo de Solow aumentado provee una explicación casi completa de por qué unos países son ricos y otros son pobres» (Mankiw, Romer & Weil 1992: 408).

### Gráfico 5.3 Convergencia condicional con capital humano



Fuente: Mankiw, Romer & Weil (1992: 427).

El gráfico 5.3 muestra la relación entre la tasa de crecimiento del PBI per cápita promedio anual de 1960 a 1985 (eje de ordenadas) y el logaritmo del producto por trabajador en 1960 (eje de abscisas). En el panel superior del gráfico, se muestra el test de hipótesis condicional cuando se controla por diferencias en la tasa de ahorro y en la tasa de crecimiento de la población, mientras que en el panel inferior se controla además por las diferencias en capital humano. Se aprecia cierta relación inversa entre la tasa de crecimiento y el nivel de producto per cápita inicial, la cual es más evidente cuando se incorporan las diferencias en el capital humano. En otras palabras, la diferencia en los niveles de desarrollo de los países no solo se debe a factores tecnológicos, demográficos y de preferencias, sino también se explica por la diferencia en el capital humano.

En un artículo de 2004, Peter Howitt resalta la importancia de la transferencia tecnológica de un país a otro en relación a la convergencia en el crecimiento. Howitt (2004) sostiene que, al incorporar la transferencia tecnológica a los modelos de crecimiento endógeno, se llega a la conclusión de que todos los países que invierten en I&D terminarán creciendo a la misma tasa en el largo plazo. Es decir, si los países pobres invierten en I&D podrán alcanzar los niveles de desarrollo de las economías avanzadas. La idea subyacente al renacimiento de la hipótesis de convergencia es la siguiente:

La fuerza que asegura esto en la teoría es lo que Gerschenkron (1952) denominó la «ventaja del atraso (*the advantage of backwardness*)». Es decir, un país que está creciendo más lentamente que los países líderes en la tecnología mundial encontrará cada vez

más fácil acelerar su crecimiento simplemente implementando tecnologías nuevas que han sido descubiertas en otros lugares (Howitt 2004: 5).

Howitt (2002) presenta un modelo que incorpora la transferencia tecnológica, el cual predice que las diferencias en los niveles de PBI per cápita entre países se explican no solo debido a las diferencias en las tasas de ahorro y las tasas de crecimiento de la población, sino también por la diferencia en las intensidades de I&D. Además, los países diferirán en los niveles de productividad total de factores, como también en los niveles de capital per cápita. Asimismo, los países más pobres, en los cuales no hay incentivos para que las firmas inviertan en I&D, no se beneficiarán de la transferencia tecnológica y crecerán a menores tasas que los países líderes y, por lo tanto, no convergerán al nivel de desarrollo de las economías avanzadas (Howitt 2004: 5). Como vimos en el capítulo dos, esta particularidad de los países poco desarrollados parece ser consistente con la hipótesis de convergencia club, hipótesis según la cual existen dos o más niveles de estado estacionario y los países convergen en aquel que esté más próximo, en relación a las características de su economía.

### **Retornos crecientes a escala y competencia imperfecta**

Los modelos de primera generación introducen el cambio tecnológico endógeno como producto de una externalidad positiva que genera retornos crecientes a escala. Por su parte, los modelos de segunda generación, en especial los modelos neo-exógenos, incluyen el progreso técnico como producto desarrollado intencionalmente, ya sea por tiempo dedicado a la acumulación de capital humano, como en el modelo de Lucas (1988), o por recursos destinados a I&D, como en el modelo de Romer (1990).

La antigua literatura neoclásica ya señalaba que la tasa de crecimiento de largo plazo de una economía venía determinada por la tasa de crecimiento de la tecnología. El problema era que resultaba imposible modelar el progreso tecnológico dentro de un marco neoclásico donde las empresas, perfectamente competitivas y que enfrentaban precios dados, tuvieran acceso a funciones de producción con retornos constantes a escala en capital y trabajo (Sala-i-Martin 2002: 10).

Romer (1994: 11) señala que los modelos de crecimiento endógeno surgieron como una forma de construir un modelo formal a nivel agregado que no fuera rechazado por la evidencia empírica. En ese sentido, la evidencia muestra cinco hechos básicos que deben reflejarse en los nuevos modelos (Romer 1994: 12-13):

1. Existen muchas firmas en una economía de mercado.
2. Los descubrimientos difieren de los otros insumos en el sentido de que muchas personas pueden usarlos al mismo tiempo.

3. Es posible replicar las actividades físicas.
4. El avance tecnológico es producto de las acciones de las personas.
5. Muchos individuos y firmas tienen poder de mercado y ganan rentas monopolísticas por sus descubrimientos.

El primer hecho es evidente. El segundo hace alusión a la no rivalidad del conocimiento. El tercer hecho implica la necesidad de una función de producción homogénea de primer grado en los factores rivales (el capital físico, el trabajo y el capital humano), mientras que los factores no rivales (conocimiento general, habilidades empresariales) no necesitan ser multiplicados para que se multiplique la producción (Romer 1994: 12). Sin embargo, esta particularidad tiene una dificultad en los modelos neoclásicos:

Si el producto agregado es homogéneo de grado uno en los insumos rivales y las firmas son tomadoras de precios, el teorema de Euler implica que la remuneración pagada a los insumos rivales debe igualar exactamente el valor del producto. Este hecho forma parte de lo que hace al modelo neoclásico tan simple y hace que la contabilidad del crecimiento funcione. El único problema es que esto no deja nada para remunerar los insumos que se usaron en la producción de los descubrimientos no rivales (Romer 1994: 12).

De este modo, la función de producción presenta retornos constantes a escala si se considera solo los factores rivales, mientras que, si se multiplica el nivel de conocimiento general, la función exhibiría retornos crecientes a escala. Sin embargo, bajo los supuestos neoclásicos de competencia perfecta, no es posible remunerar estos factores no rivales.

[...] la presencia de retornos crecientes a escala requiere de la introducción de competencia imperfecta: si el capital y el trabajo reciben como pago sus productos marginales, como sucede bajo competencia perfecta, no quedaría producto para remunerar la acumulación de conocimiento. [...] Sin embargo, si la acumulación de conocimiento es un producto accidental de otra actividad de la economía, esta aun puede ocurrir bajo competencia perfecta. Esto es, la acumulación de conocimiento puede ocurrir a causa de una externalidad. [...] La opinión de este autor es que la acumulación de conocimiento es mejor modelada como el resultado deseado del esfuerzo del inversionista en lugar de un producto accidental de otra actividad (Jones 2002: 161-163).

Solow (1994) señala que la existencia de retornos crecientes a escala no es la característica esencial de los modelos de la nueva teoría, pues es posible tener retornos crecientes y mantener los resultados de un modelo de crecimiento neoclásico, los cuales se derivan del supuesto de rendimientos marginales decrecientes de los factores. «Lo que es esencial es el supuesto de rendimientos constantes al capital. La existencia de retornos a escala crecientes es entonces inevitable, pues de otra forma, el supuesto de rendimientos constantes del capital implicaría productividad marginal negativa de los otros factores» (Solow 1994: 49).

**RETORNOS A ESCALA CRECIENTES Y RESULTADOS NEOCLÁSICOS**

Robert Solow (1994) señala que la inclusión de retornos crecientes a escala en los modelos de crecimiento endógeno no es la característica más distintiva de este tipo de modelos, sino que es un resultado necesario del abandono del supuesto de rendimientos marginales decrecientes del capital. Solow sostiene que puede haber retornos crecientes y a la vez se mantendrían los principales resultados del modelo neoclásico si se conserva el supuesto de que la productividad marginal del capital es decreciente.

En el modelo neoclásico, se asumían productividad marginal de factores decrecientes y retornos constantes a escala. Es decir, en una función de producción de tipo Cobb-Douglas, debía cumplirse que los exponentes de los factores sean menores a la unidad y sumen uno:

$$Y = K^\alpha L^\beta \quad , \quad 0 < \alpha < 1 \quad , \quad 0 < \beta < 1 \quad , \quad \alpha + \beta = 1$$

Sin embargo, la función puede exhibir retornos crecientes (si  $\alpha + \beta > 1$ ) sin necesidad de abandonar el supuesto de productividad marginal decreciente de los factores (es decir, manteniendo  $0 < \alpha < 1$  y  $0 < \beta < 1$ ).

El cuarto hecho enfatiza el tema de que los descubrimientos, o el avance tecnológico, no aparecen por sí solos. Romer (1994: 12-13) resalta dos ideas relevantes al respecto: la relación entre la exogeneidad de los descubrimientos y su carácter de aleatoriedad. La investigación individual puede tener éxito o no, dependiendo no solo del esfuerzo del investigador, sino también de cierto grado de suerte. Sin embargo, en el agregado, mientras más capital humano se dedique a la investigación, mayores descubrimientos se harán. De este modo, en el agregado los descubrimientos son endógenos y dependen de lo que las personas hacen.

Al respecto, Solow (1994) señala que el supuesto de que el cambio técnico es exógeno en los modelos neoclásicos no aludía a que estos fueran constantes, aleatorios o misteriosos: «Uno puede esperar que la tasa de progreso técnico aumente o disminuya de período en período. Tal evento no tiene explicación dentro del modelo y puede no tener explicación en absoluto» (Solow 1994: 48). Precisamente, el esfuerzo por modelar el proceso de cambio tecnológico representa uno de los aspectos más prometedores de la nueva teoría del crecimiento según Solow, a pesar de que el autor considera que los desarrollos presentados han sido simplistas y poco convincentes (Solow 1994: 49).

La quinta proposición refleja el hecho de que la información puede ser parcialmente excluible. Las personas o firmas que obtienen la nueva información tienen cierto control sobre esta, pueden cobrar un precio por difundirlas y ganar un beneficio monopólico, porque la información no tiene costo de oportunidad (Romer 1994: 13). Los modelos de crecimiento endógeno que recogen estas características han sido llamados modelos neo-schumpeterianos, debido al énfasis que Joseph Schumpeter (1942) ponía en la

importancia del poder de monopolio como incentivo para el proceso de innovación (Romer 1994: 14).

De esta manera, en los modelos de segunda generación, la inclusión de la competencia imperfecta es necesaria para asegurar los incentivos económicos a la inversión en capital humano e I&D. Así, las soluciones que no son óptimos de Pareto son resultados frecuentes en estos modelos: «si queremos modelar el progreso tecnológico en forma endógena, tenemos que abandonar el mundo perfectamente competitivo y óptimo de Pareto que es la base de la teoría neoclásica y dar lugar a la competencia imperfecta» (Sala-i-Martin 2002: 11). Como consecuencia, el nivel de I&D invertido no es el nivel socialmente óptimo.

Los mercados no proveen todos los incentivos para inducir el nivel óptimo de capital humano dedicado a I&D. Jones (2002) señala tres distorsiones generadas por la propia naturaleza del conocimiento y desarrollo tecnológico que explican esta falla del mercado. En primer lugar, en el mercado, la investigación es económicamente valorada por los beneficios que se perciben debido al avance tecnológico. En el caso del modelo de Romer (1990), las empresas de I&D venden sus diseños a las firmas de bienes intermedios. Sin embargo, el mercado no considera que el nuevo invento (o desarrollo tecnológico) puede afectar la productividad de las investigaciones futuras. Por lo tanto, el problema está en la inexistencia de un mercado que remunere a los investigadores por su contribución al incremento de la productividad de futuros investigadores (Jones 2002: 118-119). Esta distorsión es conocida como *knowledge spillover*, es decir, el conocimiento se difunde y puede ser aprovechado por otras firmas o personas que no invirtieron en este desarrollo. De este modo, la inversión en I&D genera externalidades positivas para otros investigadores.

Las generaciones posteriores no compensaron lo suficiente a Isaac Newton por haber inventado el cálculo. [...] En este sentido, esto es similar a una clásica externalidad positiva: si las abejas que cría un granjero para obtener miel proveen un beneficio extra a la comunidad que el granjero no percibe (polinizar los árboles de manzanas en los alrededores), el mercado proveerá una cantidad de abejas menor a la óptima (Jones 2002: 118-119).

En segundo lugar, las ideas o inventos más obvios son desarrollados primero, mientras que las ideas subsiguientes son cada vez más difíciles de descubrir. Incluso puede darse el caso de que, mientras más personas trabajen en I&D, la productividad sea menor, pues la posibilidad de incurrir en duplicidad de esfuerzos es elevada (Jones 2002: 99-100). De este modo, el conocimiento generaría una externalidad negativa sobre el trabajo de otros investigadores.

ACUMULACIÓN DE CONOCIMIENTO Y EXTERNALIDADES

Las dos primeras distorsiones pueden presentarse en una función del cambio tecnológico más general a la presentada por Romer (1990). Jones (2002) introduce una función del tipo:

$$\dot{A} = \delta H_A^\lambda A^\phi \quad \rightarrow \quad \frac{\dot{A}}{A} = \delta H_A^\lambda A^{-(1-\phi)}$$

En esta función, si el conocimiento presenta una externalidad positiva que contribuye al incremento de la productividad de los investigadores, entonces la variación del *stock* de conocimiento general ( $A$ ) debe ser creciente con respecto al *stock* de conocimiento existente ( $A$ ), es decir,  $\phi$  debe ser mayor que cero. Por otro lado, si el conocimiento previamente alcanzado presenta externalidades negativas sobre la productividad en el desarrollo de nuevas ideas (o tecnología), entonces,  $\phi$  sería menor que cero. Si además incluimos la posibilidad de duplicidad de esfuerzos, entonces el parámetro  $\lambda$  sería menor a uno (Jones 2002: 99-100). La ecuación de cambio técnico de Romer (1990) es una versión especial de esta ecuación, con  $\lambda = 1$  y  $\phi = 1$ .

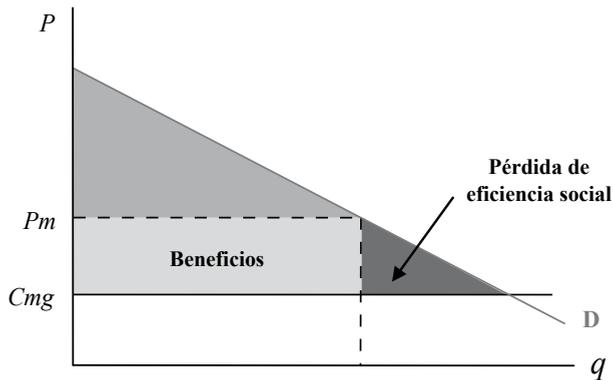
La tercera distorsión es conocida como el efecto excedente del consumidor (Jones 2002: 119). Esta distorsión hace referencia a la imposibilidad por parte de las firmas de adueñarse de todo el excedente social producido como consecuencia del progreso técnico generado gracias a su inversión en I&D. De este modo, el incentivo a innovar para las firmas, que es igual al beneficio del monopolio que obtiene gracias a los derechos de propiedad intelectual, es menor que el excedente social.

En el gráfico 5.4 se presenta el efecto excedente del consumidor. El beneficio social de desarrollar la nueva idea o inventar un nuevo producto es igual al triángulo comprendido entre la curva de demanda y la recta de costo marginal ( $CMg$ ). Sin embargo, la firma que invirtió en I&D para descubrir esa nueva idea o innovar en la producción de un nuevo bien solo puede adueñarse del área señalada como «beneficios», una vez que se le permite cobrar el precio de monopolio,  $Pm$ . Los beneficios de la firma son relativamente reducidos en comparación con el excedente del consumidor (el área del triángulo comprendido entre la curva de demanda y la recta del precio  $Pm$ ) y si los comparamos con el excedente social, son aun menores.

Si consideramos además que la inversión en I&D implica fuertes montos de inversión en gastos fijos, entonces, aún si la firma puede cobrar un precio superior al costo marginal, debe tenerse en cuenta el margen de beneficio en relación al costo medio, por lo cual los incentivos económicos pueden resultar insuficientes. La diferencia entre el beneficio social y el beneficio privado se debe principalmente a la característica de no rivalidad propia de la tecnología y el conocimiento. Como son no rivales, entonces solo deben ser

producidos una vez y posteriormente pueden ser utilizados por todas las firmas sin costos adicionales. Sin embargo, el costo de desarrollar esa tecnología o lograr el conocimiento es elevado. Dado que las firmas son maximizadoras de beneficios, solo invertirán en investigación y desarrollo si obtienen una ganancia que compense dicha inversión. Esta ganancia generalmente está asociada a los derechos de propiedad intelectual.

**Gráfico 5.4**  
El efecto del excedente del consumidor



Si la tecnología desarrollada puede ser patentada, entonces la firma que desarrolló dicha tecnología ahora posee el monopolio temporal de su desarrollo. De esta forma salimos del terreno de la competencia perfecta y nos introducimos en el mundo de la competencia monopolística. Desafortunadamente, el monopolio otorgado a la firma genera una pérdida social de eficiencia (véase el gráfico 5.4).

No obstante, Jones (2002) concluye que, considerando estas tres distorsiones, los estudios empíricos han encontrado que, en general, el balance está a favor del desarrollo del conocimiento: los beneficios sociales de la investigación superan las externalidades negativas. Por tanto, en el mercado, aun bajo el sistema moderno de patentes, se provee una cantidad reducida de investigación y es necesario buscar mecanismos de propiedad intelectual que favorezcan el desarrollo tecnológico y la expansión del conocimiento.

Las patentes son sumamente importantes en las industrias donde la reproducción es fácil de efectuar y poco costosa, como en la industria farmacéutica, el software y la industria del entretenimiento (cine y música) (Chang 2008: 146-147). De modo que el Estado debe proteger a los investigadores y autores mediante patentes que conceden monopolios temporales, o derechos de autor para los artistas. Sin embargo, existen otras industrias en las que la innovación no puede ser copiada y los inventores gozan de un monopolio tecnológico temporal, aun sin la protección del sistema de patentes.

Ha-Joon Chang (2008) señala que este monopolio natural representa el principal incentivo para las firmas. Esto se debe a que, en estas industrias donde copiar no es fácil, las firmas que desarrollan la innovación disfrutan de ciertas ventajas frente a sus competidores. Estas ventajas son: el retraso de imitación, pues toma tiempo a otras firmas asimilar los nuevos conocimientos y reproducirlos; la ventaja de la reputación de ser la marca pionera; y la ventaja en la «carrera por curvas de aprendizaje», es decir el incremento en la productividad debido a la experiencia (Chang 2008: 147).

#### DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

El primer sistema de patentes se utilizó en Venecia en 1474 para privilegiar a los inventores de artes y máquinas nuevas. En el siglo XVI se utilizaba en los estados alemanes y, en Gran Bretaña, en el siglo XVII. Desde finales del siglo XVIII, este sistema se difundió rápidamente entre los países más avanzados para impedir el flujo de conocimiento de un país a otro (se utilizó en Francia en 1791, en Estados Unidos en 1793, entre otros). La ley de derechos de autor fue introducida en Gran Bretaña en 1709 (Chang 2008).

En 1967 se estableció la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), un organismo de las Naciones Unidas, con el objetivo de desarrollar un sistema de propiedad intelectual internacional. En su «Declaración mundial sobre la propiedad intelectual» de 2000\*, la OMPI define la propiedad intelectual como:

[...] cualquier propiedad que, de común acuerdo, se considere de naturaleza intelectual y merecedora de protección, incluidas las invenciones científicas y tecnológicas, las producciones literarias o artísticas, las marcas y los identificadores, los dibujos y modelos industriales y las indicaciones geográficas.

La propiedad intelectual se divide en:

**Propiedad industrial.** Aplicada a las invenciones, patentes, marcas, dibujos y modelos industriales e indicaciones geográficas de origen.

**Derecho de autor.** Aplicada a obras literarias y artísticas (novelas, poemas, obras de teatro, películas, musicales, obras de arte, dibujos, pinturas, fotografías, esculturas y diseños arquitectónicos).

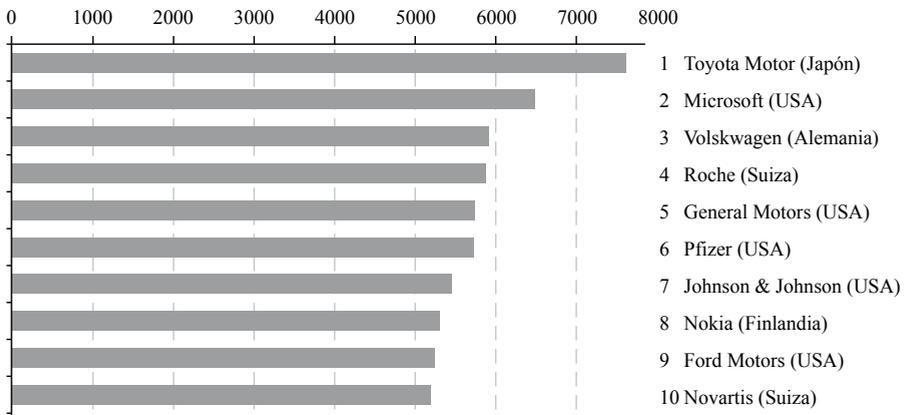
Por su parte, en la «Declaración mundial sobre la propiedad intelectual», se establece que:

Toda persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten. Toda persona tiene derecho a la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas, literarias o artísticas de que sea autora.

\*Tomado del portal electrónico *World Trade Organization*: «TRIPS Material on the WTO website» (consulta 20/04/2010) <[http://www.wto.org/english/tratop\\_E/trips\\_e/trips\\_e.htm#WhatAre](http://www.wto.org/english/tratop_E/trips_e/trips_e.htm#WhatAre)>

El gráfico 5.5 presenta la inversión en I&D de las diez empresas con mayor gasto en este sector a nivel mundial. Dentro de las diez primeras empresas, existen cuatro compañías automotrices (Toyota, Volkswagen, General Motors y Ford Motors), cuatro son compañías farmacéuticas (Roche, Pfizer, Johnson & Johnson y Novartis), una empresa de software (Microsoft) y una empresa de teléfonos celulares (Nokia). Como se mencionó, las patentes son importantes en la industria farmacéutica y de software. Sin embargo, la industria automotriz y la industria de tecnología, como celulares y electrodomésticos, son ejemplos de industrias donde el monopolio natural, producto de una innovación tecnológica, brinda los incentivos suficientes para invertir en I&D.

**Gráfico 5.5**  
**Las diez empresas con mayor inversión en I&D 2009**  
 (Millones de euros)



*Fuente:* The 2009 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, *European Commission, JRC/DG RTD.*

Sin embargo, el tipo de avance tecnológico que conduce a las ventajas naturales sin la necesidad de la protección de los derechos de propiedad es distinto al representado por el modelo de Romer (1990), como señala Sala-i-Martin:

Aghion y Howitt (1992; 1998) ampliaron la teoría a un marco schumpeteriano donde las empresas destinan recursos de Investigación y Desarrollo para mejorar la calidad de productos ya existentes. El marco conceptual basado en diferencias de calidad difiere del marco de la variedad de productos en que, al mejorar la calidad del producto, se tiende a dejar obsoleta la generación anterior del mismo. Esto lleva a la noción schumpeteriana de destrucción creativa [sic] según la cual las empresas crean nuevas ideas con el fin de destruir las utilidades de las empresas que tienen las ideas viejas (Schumpeter 1942). (Sala-i-Martin 2002: 11).

Aghion y Howitt (1992) presentan un modelo de crecimiento endógeno donde el proceso de innovación industrial se destina a la mejora de la calidad de los productos a través de una carrera por la obtención de patentes, es decir, muchas firmas realizan inversiones en I&D para ser la primera en conseguir una patente, sin embargo, en el siguiente período otra innovación se llevará a cabo y esta reemplazará las innovaciones anteriores. De este modo, se introduce la obsolescencia en el modelo de crecimiento. «La obsolescencia ejemplifica una importante característica general del proceso de crecimiento, es decir, que el progreso técnico genera pérdidas como ganancias. También implica la idea de Schumpeter de destrucción creadora» (1992: 323-324).

En su modelo, los autores encuentran una relación inversa entre la investigación producida en el período actual y la investigación esperada en el período futuro. Esta relación negativa opera a través de dos canales. Por un lado, la destrucción creadora afecta el rendimiento de la inversión en I&D, pues los beneficios de la innovación solo serán válidos por un período hasta que la próxima innovación ocurra. Mientras mayores sean las expectativas de investigación a realizarse en el período futuro, más alta es la probabilidad de que se produzca la próxima innovación en menos tiempo, por lo que el valor presente esperado de los beneficios de la innovación será menor.

#### DESTRUCCIÓN CREADORA

Antes de que se desarrollara la literatura sobre crecimiento endógeno, el economista austriaco Joseph Schumpeter ya había señalado el progreso técnico como el principal motor del cambio y de la prosperidad en las economías capitalistas. En su obra *Capitalism, Socialism and Democracy*, publicada originalmente en 1942, Schumpeter señala: «El impulso fundamental que pone y mantiene en movimiento a la máquina capitalista procede de los nuevos bienes de consumo, de los nuevos métodos de producción y transporte, de los nuevos mercados, de las nuevas formas de organización industrial que crea la empresa capitalista» (Schumpeter 1971: 120).

Schumpeter define el proceso de innovación de la siguiente forma:

La apertura de nuevos mercados, extranjeros o nacionales, y el desarrollo de la organización de la producción, desde el taller de artesanía y la manufactura hasta los *concerns*, tales como los del acero de los Estados Unidos (U.S. Steel), ilustran el mismo proceso de mutación industrial —si se me permite usar esta expresión biológica— que revoluciona incesantemente la estructura económica desde dentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos. Este proceso de destrucción creadora constituye el dato de hecho esencial del capitalismo. En ella consiste en definitiva el capitalismo y toda empresa capitalista tiene que amoldarse a ella para vivir (Schumpeter 1971: 120-121).

Por otro lado, la expectativa de mayor inversión futura en I&D corresponde a expectativas de mayor demanda por trabajo calificado en el sector de investigación en el siguiente período, lo cual implica expectativas de salario real más elevado para el trabajo calificado. Ante la subida esperada del salario real, los beneficios del monopolio del período futuro se reducen, por lo que los incentivos a dedicar más recursos a la innovación disminuyen. Por lo tanto, a mayor expectativa de inversión futura en I&D, el incentivo a invertir en I&D en el período actual es menor, pues los flujos de beneficios esperados de obtener la patente se reducen (Aghion & Howitt 1992: 324).

### Fallas de mercado e intervención del Estado

Los economistas neoclásicos son caracterizados por su confianza en el buen funcionamiento de los mercados y por defender una intervención mínima por parte del Estado. Sin embargo, en un contexto de fallas de mercado como externalidades, bienes públicos y competencia imperfecta, la intervención del Estado es reconocida como una necesidad para asegurar el adecuado funcionamiento de la economía (Stiglitz 1943). Ante la existencia de bienes no rivales y no excluibles, la provisión de dichos bienes recae directamente sobre el Estado, pues él puede cobrar impuestos a los ciudadanos para proveer gratuitamente los bienes públicos.

En el caso de las externalidades, lo ideal es que el Estado maneje una política de impuestos y subsidios para promover la provisión de la cantidad óptima del bien o servicio en cuestión. Por ejemplo, ante una externalidad negativa, como la contaminación, la cantidad de contaminación producida suele ser mayor a la cantidad socialmente óptima, pues las firmas contaminantes no internalizan los costos que la externalidad causa sobre otras firmas o sobre los consumidores. Por lo tanto, el Estado debería poner impuestos a las firmas contaminantes para desincentivar la generación de contaminación. Si la externalidad fuera positiva, como en el caso de los *spill-over* del conocimiento técnico, dado que los beneficios generados a otras firmas por la externalidad no son percibidos por la firma que invierte en I&D, entonces el mercado producirá una cantidad de conocimiento menor a la óptima. Por lo tanto, el Estado debería subsidiar las inversiones en I&D para promover el desarrollo del conocimiento tecnológico.

No obstante, hay opiniones encontradas respecto de si la inversión en conocimiento y tecnología tiene como resultado externalidades positivas, negativas, o si estas se compensan entre sí. Como vimos, hay tres distorsiones generadas por el desarrollo del conocimiento y la tecnología: una externalidad positiva (incremento de la productividad de los futuros investigadores), una externalidad negativa (reducción de la productividad por duplicación de esfuerzos) y el efecto sobre el excedente del consumidor. Si bien Jones (2002) señala que los efectos sobre el bienestar social son mucho mayores

a las externalidades negativas que puedan generarse, no hay pleno consenso al respecto. Por ejemplo, Sala-i-Martin (2002) señala:

Los nuevos modelos de crecimiento con progreso tecnológico han aclarado algunos temas importantes relativos a las políticas de investigación y desarrollo. Tal vez el más importante sea que, a pesar de las fallas del mercado (a causa de competencia imperfecta, externalidades y retornos crecientes), no es en absoluto obvio si el Gobierno debe o no debe intervenir, cómo debiera ser esta posible intervención y, en particular, si debiera otorgar o no subsidios para la I&D. Esto es importante porque existe una noción muy popular de que los países subinvierten en tecnología y que los gobiernos deberían hacer algo para remediarlo. Los modelos de investigación y desarrollo subrayan una cantidad de distorsiones, pero no queda claro que la mejor forma de abordarlas sea subsidiando estas actividades. Por ejemplo, la única distorsión común a todos los modelos es la que surge de la competencia imperfecta: los precios tienden a estar por encima del costo marginal y la cantidad de ideas generadas tiende a ser menos que óptima. La política óptima para contrarrestar esta distorsión, sin embargo, no es dar un subsidio a la I&D, sino subsidiar las compras de bienes marcados con sobreprecio (Sala-i-Martin 2002: 11).

Por otro lado, el enfoque schumpeteriano agrega otras distorsiones ocasionadas por el proceso denominado destrucción creativa. Según este enfoque, los investigadores ejercen un efecto negativo sobre los investigadores anteriores, y así se genera una cantidad de investigación superior a la óptima. Por lo tanto, la política óptima implicaría poner un impuesto a la I&D, y no un subsidio (Sala-i-Martin 2002).

### **Incentivos a la I&D: ¿Competencia o monopolio?**

Hemos mencionado que las firmas invierten en I&D motivadas por las ganancias que obtendrán del monopolio temporal que se les concede a través de los derechos de propiedad intelectual. Sin embargo, no se ha abordado el tema de qué escenario de mercado contribuye más a generar incentivos para la innovación. Por un lado, Schumpeter (1942) sostiene que el monopolio está estrechamente vinculado con el desarrollo de innovaciones, pues las empresas grandes pueden aprovechar ciertas ventajas técnicas en relación a las firmas más pequeñas y resultan menos adversas al riesgo: «Lo primero que un *concern* (una firma, un negocio) moderno hace, tan pronto como se siente con medios para ello, es establecer un departamento de investigación en el que cada uno de sus miembros sabe que su pan depende del éxito que alcance en descubrir mejoras. Esta práctica es evidente que no sugiere ninguna aversión al progreso técnico» (Schumpeter 1971: 137).

Para Schumpeter, entonces, las situaciones de competencia imperfecta, en particular cuando hay grandes empresas con poder monopolístico, son el escenario natural del progreso tecnológico y son además un mal necesario del mismo:

Así, pues, no es suficiente sostener que, porque la competencia perfecta sea imposible en las condiciones industriales modernas —o porque haya sido siempre imposible—, la empresa en gran escala o gran unidad de dominio económico tiene que ser aceptada como un mal necesario, inseparable del progreso económico. [...] Lo que hemos tenido que reconocer es que la gran empresa ha llegado a ser el motor más potente de este progreso y especialmente de la expansión a largo plazo de la producción total, y ello no solo a pesar de esta estrategia, sino en una considerable medida, precisamente como consecuencia de la misma, que presenta un aspecto tan restrictivo cuando se la observa en un caso específico y en un momento dado (Schumpeter 1971: 149).

### Incentivos puros a innovar

Por otro lado, Arrow sostiene que los incentivos a innovar son menores en una situación monopolística inicial en comparación con una situación inicial de competencia perfecta y en ambos casos los incentivos son menores en relación al óptimo social (Arrow 1959: 16). Arrow (1959) examina los incentivos a innovar en dos situaciones iniciales: monopolio y competencia perfecta. Para identificar los incentivos a innovar para un monopolista, se establece una situación inicial donde el monopolista es el único que puede innovar, por lo tanto la estructura final del mercado también es un monopolio (el mismo monopolio inicial). Para analizar los incentivos en competencia perfecta, se asume una situación inicial de competencia en la cual una única firma innova.

Se puede distinguir principalmente entre dos tipos de innovaciones por parte de una firma: una innovación de producto, es decir, la introducción en el mercado de un nuevo producto; y una innovación de proceso, la cual implica una reducción en los costos de producción. Asumimos que la innovación realizada es una innovación de proceso, de modo que, con la innovación, se pasa de un costo unitario fijo de  $c_0$  a un costo de  $c_1$ , donde ( $c_0 > c_1$ ).

Asimismo, las innovaciones de proceso se clasifican en innovaciones drásticas y no drásticas. Una innovación drástica es una disminución en el costo que permite al innovador cobrar un precio post-innovación menor al costo marginal de la tecnología anterior. Es decir,  $P_1(c_1) < c_0$ , donde  $P_1(c_1)$  es el precio post-innovación en función del costo marginal. Las innovaciones drásticas tienen como consecuencia la configuración de un monopolio en el mercado, pues las firmas que trabajan con la tecnología anterior no pueden competir contra el nuevo precio de monopolio.

### Estructura de mercado monopolista

Analicemos primero el caso de una estructura monopólica inicial. Antes de la innovación, el costo unitario es igual a  $c_0$ , el precio monopolístico inicial es igual a  $P_0^m$ , la demanda de mercado es igual a  $D(P_0^m)$  y los beneficios del monopolio son iguales a:

$$\Pi_0^m = (P_0^m - c_0)D(P_0^m)$$

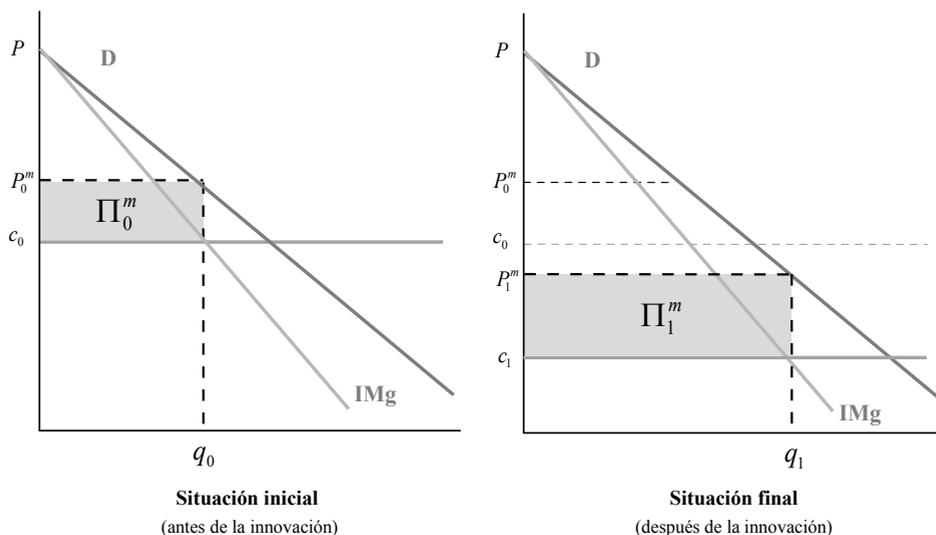
Con una innovación drástica, el costo se reduce a  $c_1$ , el precio ahora es igual a  $P_1^m(c_1)$ , la demanda es  $D(P_1^m)$  y los beneficios del monopolista luego de la innovación son:

$$\Pi_1^m = (P_1^m - c_1)D(P_1^m)$$

Por lo tanto, el incentivo a innovar para el monopolista es igual a la diferencia entre el beneficio que recibía sin la innovación y el beneficio que recibe luego de la innovación:

$$\Delta\Pi^m = \Pi_1^m - \Pi_0^m$$

**Gráfico 5.6**  
**Innovación drástica en un monopolio**



El panel izquierdo del gráfico 5.6 presenta la situación inicial en el caso del monopolista. El beneficio inicial del monopolista ( $\Pi_0^m$ ) está representado por el área sombreada. En el panel derecho se muestra la situación después de la innovación drástica. La maximización de beneficios por parte del monopolista implica que la cantidad óptima de producción se determina cuando el ingreso marginal es igual al costo marginal, y el precio de venta se halla en la demanda. Por lo tanto, con la reducción del costo

marginal, la cantidad óptima de producción para el monopolista aumenta y aumentan también sus beneficios. De este modo, los incentivos a innovar para el monopolista son iguales a la diferencia entre los beneficios iniciales y los beneficios finales, porque esa cantidad representa cuánto gana el monopolista por innovar. Sin embargo, habría que considerar además los costos de I&D necesarios para llevar a cabo la innovación, por lo cual es probable que los beneficios se reduzcan.

### Estructura de mercado competitiva

En el caso de una estructura de mercado competitiva, los beneficios de las firmas en la situación inicial son iguales a cero ( $\Pi_0^c = 0$ ). Una vez que una firma lleva a cabo la innovación drástica, la firma se convierte en un monopolio, pues, dado que su costo marginal es menor que el costo marginal de las otras firmas, puede cobrar un precio un poco menor al costo marginal inicial ( $c_0$ ) y seguir percibiendo beneficios. De este modo, la firma terminará por sacar a las otras firmas del mercado. Por lo tanto, los incentivos a innovar para la firma en una situación inicial de competencia son iguales al beneficio que percibirá como monopolista ( $\Pi_1^m$ ).

$$\Delta\Pi^c = \Pi_1^m - \Pi_0^c$$

$$\Delta\Pi^c = \Pi_1^m$$

Si comparamos los incentivos a innovar en una estructura de mercado monopólica y en competencia perfecta tenemos:

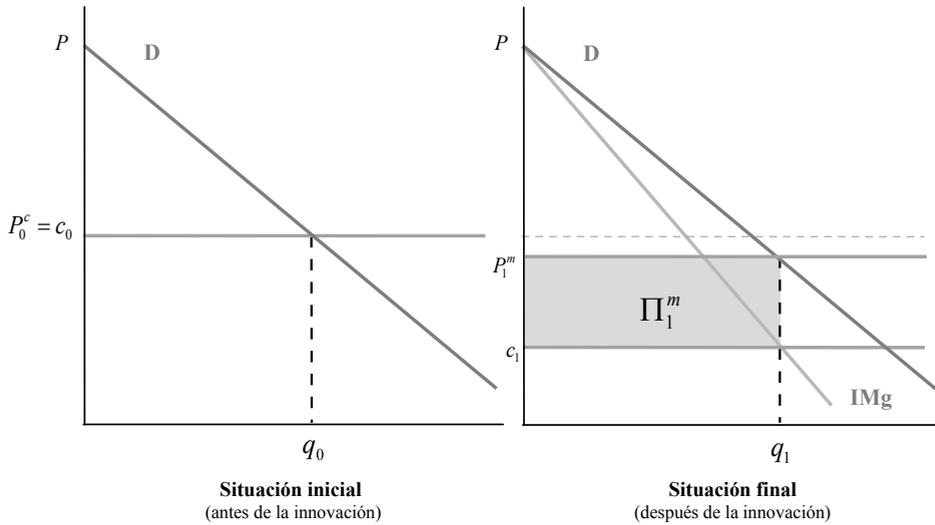
Incentivo a innovar del monopolista:  $\Delta\Pi^m = \Pi_1^m - \Pi_0^m$

Incentivo a innovar en industria competitiva:  $\Delta\Pi^c = \Pi_1^m$

Puesto que el beneficio inicial del monopolio es mayor a cero ( $\Pi_0^m > 0$ ), entonces, es claro que el incentivo en una industria competitiva es mayor en comparación al monopolio. Arrow (1959) sostiene que: «el incentivo del monopolista es obviamente menor que el incentivo del inventor bajo competencia. [...] El poder de monopolio antes de la innovación actúa como un fuerte desincentivo para una mayor innovación» (1959: 17).

Este resultado fue denominado en la literatura de la organización industrial como el efecto remplazo (Tirole 1994: 392). Es decir, el monopolista tiene menos incentivos a innovar, pues al llevar a cabo la innovación recibe los beneficios de la nueva tecnología, pero deja de ganar los beneficios que recibía con la tecnología anterior. En otras palabras, el monopolista se reemplaza a sí mismo. Sin embargo, en una industria competitiva, las firmas no experimentan el efecto reemplazo, pues antes de la innovación sus beneficios son nulos y solo después de haber innovado la firma puede ganar el beneficio del monopolista. En el caso de una innovación no drástica los resultados se mantienen (para la demostración, véase Tirole 1994: 390-391).

**Gráfico 5.7**  
**Innovación drástica en una industria competitiva**



### Incentivos a innovar preventivos

Hasta ahora hemos mencionado los incentivos puros a la innovación, sin embargo, en la organización industrial se considera no solo los beneficios que obtiene la firma con la innovación, sino también los beneficios que puede perder si algún competidor realiza la innovación. Al respecto, Gilbert y Newberry (1982) plantean un modelo en el cual un monopolista compite con una firma externa, en inversión en I&D, por el desarrollo de una innovación que le permita obtener una patente. Se asume que la innovación de proceso es no drástica, por lo tanto, la firma que invierte más en I&D gana la patente y puede utilizar la nueva tecnología ( $t_1$ ) para producir a un costo  $c_1$  menor al costo que se deriva del uso de la tecnología anterior ( $t_0$ ),  $c_0$ .

Si el monopolio gana la patente, entonces sigue siendo monopolista y percibe un beneficio igual a  $\Pi_M^m(t_1)$  por operar con la nueva tecnología ( $t_1$ ). Si el monopolista pierde la patente, puede seguir produciendo utilizando la tecnología anterior ( $t_0$ ), pero ahora percibe beneficios de duopolio iguales a  $\Pi_M^d(t_0)$ . Por lo tanto, los incentivos a innovar son iguales a los beneficios que percibe luego de ganar la patente menos los beneficios que recibiría si la otra firma ganara la patente:

$$\Delta\Pi^m = \Pi_M^m(t_1) - \Pi_M^d(t_0)$$

Por su parte, la firma externa no percibía ningún beneficio antes de la innovación  $\Pi_C^c(t_0) = 0$ , pero si gana la patente entrará al mercado y recibirá los beneficios del duopolio operando bajo la nueva tecnología  $(t_1)$ ,  $\Pi_C^d(t_1)$ .

$$\Delta\Pi^c = \Pi_C^m(t_1) - \Pi_C^c(t_0)$$

$$\Delta\Pi^c = \Pi_C^d(t_1)$$

Por lo tanto, el monopolista innovará si:

$$\Delta\Pi^m > \Pi^c$$

$$\Pi_M^m(t_1) - \Pi_M^d(t_0) > \Pi_C^d(t_1)$$

$$\Pi_M^m(t_1) > \Pi_C^d(t_1) + \Pi_M^d(t_0)$$

Esta última ecuación se cumple, pues los beneficios del monopolio son mayores a los beneficios agregados del duopolio, debido a que el monopolista siempre puede duplicar la situación del duopolio en ausencia de colusión (Tirole 1994: 393). Por lo tanto, ante la amenaza de un entrante al mercado, el monopolista tiene más incentivos para innovar que las firmas competitivas. Esto se debe a que la competencia generada luego del ingreso de una nueva firma genera una estructura de duopolio en el mercado que conlleva a menores beneficios para los duopolistas en comparación al beneficio del monopolista. Por lo tanto, mientras mayor sea la pérdida de beneficios ocasionada por la innovación de un competidor, y existan muchas firmas dispuestas a innovar, los incentivos para invertir en innovación por parte del monopolista serán mayores. Estos incentivos son denominados incentivos de prevención. Sin embargo, estos resultados dependen de los supuestos de una innovación no drástica, es decir, que la firma innovadora logra reducir sus costos pero no puede cobrar un precio post-innovación menor al costo marginal de la tecnología anterior, de modo que, aún después de la innovación, la industria puede seguir siendo competitiva.

### Incentivos a innovar e imitación

Por otro lado, Katz y Shapiro (1987) analizan cómo se alteran los resultados del modelo en un escenario donde es posible la imitación de las innovaciones realizadas por otras firmas. Los autores presentan un modelo de teoría de juegos de dos etapas en el que dos firmas deciden si innovan o no, y luego de haber tomado esa decisión, compiten a lo Cournot (es decir, ambas producen un bien homogéneo y la competencia es en cantidades). Los autores encontraron que, si no es posible la imitación, los incentivos de prevención son los más importantes para decidir si la firma innova o no.

Asimismo, la innovación se realizará más rápido. Sin embargo, si es posible la imitación, entonces cada firma esperará a que la otra realice la innovación. Las firmas solo innovarán si reciben un gran beneficio con la reducción de costos, de modo que los incentivos puros (aquellos en los que no se considera la amenaza de entrada de otras firmas) son los más importantes.

En conclusión, no existe consenso acerca de qué estructura de mercado es la más adecuada para promover las innovaciones a través de mayor inversión en I&D. Sin embargo, de la literatura se puede extraer ciertas relaciones. Por un lado, las innovaciones que contribuyen a mejorar la tecnología actual generan mayores incentivos a innovar en relación a aquellas que implican un efecto reemplazo significativo. Asimismo, cuando la competencia por innovar es intensa y los beneficios que pueden perder las firmas son considerables, habrá mayores incentivos a innovar.

## Instituciones y crecimiento

La teoría del crecimiento endógeno resalta la importancia de las instituciones en el crecimiento, tema novedoso en la literatura del crecimiento, si bien había sido abordado principalmente en la teoría del desarrollo. De este modo, el tema institucional constituye un elemento de confluencia entre la nueva teoría del crecimiento y la teoría del desarrollo económico.

### LAS INSTITUCIONES Y EL CRECIMIENTO

North (1995) describe las instituciones como las restricciones o reglas inventadas por los seres humanos para estructurar la interacción entre los individuos. Señala además que las instituciones están conformadas por reglas formales, restricciones informales y las características de imposición de ambos (1995: 11). El mercado, los derechos de propiedad y propiedad intelectual, son ejemplos de instituciones que han sido creadas para reducir la incertidumbre en el intercambio humano.

Las instituciones proporcionan la estructura básica por medio de la cual la humanidad a lo largo de la historia ha creado orden y de paso ha procurado reducir la incertidumbre. Junto con la tecnología empleada determinan los costos de transacción y transformación y por consiguiente la utilidad y la viabilidad de participar en la actividad económica. Conectan el pasado con el presente y el futuro, de modo que la historia es principalmente un relato incremental de evolución institucional en el cual el desempeño histórico de las economías solo puede entenderse como la parte de una historia secuencial. Las instituciones son la clave para entender la interrelación entre la política y la economía y las consecuencias de esa interrelación para el crecimiento económico (o estancamiento y declinación) (North 1990: 152).

Douglass North, economista e historiador ganador del premio Nobel de Economía del año 1993, señaló la relevancia de las instituciones como determinante subyacente del desempeño económico. North sostiene que el crecimiento producido luego de las revoluciones industriales se debió en gran parte al establecimiento de los derechos de propiedad, pues estos permitían a los individuos obtener beneficios de sus inversiones de largo plazo (Jones 2002: 164). Así, el desempeño económico depende de los incentivos, y las instituciones generan dichos incentivos:

La economía estadounidense del siglo XIX proporcionó un entorno acogedor para el crecimiento económico. [...] En realidad fueron las características adaptativamente eficientes de la matriz institucional (tanto las reglas formales como las limitaciones informales encarnadas en actitudes y valores) lo que produjo un medio económico y político que premió la actividad productiva de las organizaciones que desarrollaron aptitudes y conocimientos. Exactamente qué fue lo esencial para esta matriz, qué fue creado deliberadamente para alentar el crecimiento de la productividad y producir respuestas flexibles, y qué constituyó un producto accidental de otros objetivos, son planteamientos importantes que requieren de una respuesta para tener una comprensión más profunda del crecimiento económico (North 1990: 174).

De este modo, el distinto nivel de desarrollo entre países (la falta de convergencia absoluta que tanto preocupaba a los economistas de la EGT) puede ser explicado por diferencias institucionales. Para enfatizar la importancia de las instituciones en el crecimiento North compara la situación de Estados Unidos, antigua colonia del Reino Unido, con el desarrollo de Hispanoamérica, antiguas colonias europeas:

Las vías divergentes establecidas por Inglaterra y España en el Nuevo Mundo no han convergido, a pesar de los factores mediadores de influencias ideológicas comunes. En Inglaterra, un marco institucional ha nacido por evolución, permitiendo el intercambio impersonal complejo que es necesario para la estabilidad política y para captar las ganancias potenciales económicas de la tecnología moderna. En España, las relaciones personales siguieron siendo la clave de gran parte del intercambio político y económico. Estas son consecuencias de un marco institucional que no produce estabilidad política pero tampoco desarrollo firme del potencial de la tecnología moderna (North 1990: 151).

North sostiene que países que atraviesan por procesos históricos similares, pero que mantienen diferencias en el marco institucional pueden tener resultados de desarrollo diferentes. Por lo tanto, la intervención del Estado en cuanto al fortalecimiento del marco institucional tiene consecuencias sobre el nivel de desarrollo. North considera que las instituciones van dando forma al escenario productivo de la economía:

La clave de este asunto son las formas de aprendizaje que tienen las organizaciones humanas para sobrevivir. Si las condiciones del entorno institucional reportaran los

más altos beneficios a la piratería, entonces el éxito de las organizaciones y la supervivencia dictarían que el proceso de aprendizaje es ser mejores piratas. Si, por otro lado, las actividades que incrementan la productividad produjeran los mayores beneficios, entonces la economía crecería (North 1995: 25).

Una importante contribución de la teoría del crecimiento endógeno es la relevancia de las instituciones en el crecimiento y la posibilidad de modelarlas y someterlas a pruebas empíricas. «Las instituciones afectan la “eficiencia” de la economía de modo parecido a cómo lo hace la tecnología: una economía con malas instituciones es más ineficiente en cuanto utiliza más insumos para producir la misma cantidad. Además, las malas instituciones desincentivan la inversión (tanto en capital físico y humano como en tecnología), el trabajo y la producción» (Sala-i-Martin 2002: 13). Sin embargo, la literatura empírica sobre crecimiento e instituciones puede avanzar aun más. La principal dificultad que se presenta es cómo promover las instituciones en la práctica.

Por ejemplo, en línea con el análisis de North acerca de las raíces coloniales de Estados Unidos e Hispanoamérica, la literatura empírica ha demostrado que «las instituciones que quedaron atrás en las colonias afectan directamente el nivel de ingreso del país medio siglo más tarde» (Sala-i-Martin 2002: 13). Ante la comprobación empírica de este hecho cabe cuestionarse qué recomendación de política puede formularse para solucionar los problemas causados por las malas instituciones impuestas en las colonias como Hispanoamérica.

### **El sistema de patentes**

Dentro de las principales instituciones que promueven el adecuado desempeño económico se encuentran el mercado, los derechos de propiedad y la propiedad intelectual. En este capítulo hemos señalado la importancia de los derechos de propiedad intelectual en la estimulación de la innovación y la inversión en I&D. Sin embargo, hemos mencionado también los costos que implica la concesión de un monopolio temporal. Por lo tanto, para que el crecimiento económico se vea favorecido por la implementación de un sistema de propiedad intelectual que cumpla con el objetivo de promover el avance tecnológico, es necesario que este sistema de incentivos esté bien diseñado.

El diseño del sistema de propiedad intelectual incluye principalmente los temas de la duración de los derechos concedidos (es decir, la duración del monopolio), las sanciones, los casos de las industrias importantes para el bienestar público (como la industria farmacéutica), el grado de exigibilidad del cumplimiento del sistema en los países en vías de desarrollo, el marco regulatorio para las empresas que obtienen monopolios naturales a causa de sus economías de escala, entre otros.

Uno de los temas más criticados en relación a los acuerdos internacionales sobre los derechos de propiedad intelectual (DPI) es la extensión progresiva de la duración de los derechos que se ha ido concediendo en los países desarrollados y que es impuesta a

los países en desarrollo como parte de las condiciones de negociación en los acuerdos bilaterales de comercio. La crítica aborda sobre todo el hecho de que esta legislación a favor de la extensión de los DPI es impulsada por la exigencia de grandes corporaciones que buscan aumentar sus márgenes de ganancia y para ello utilizan como argumento la necesidad de los incentivos para el desarrollo tecnológico (Chang 2008: 158).

Desde la teoría del crecimiento endógeno, se puede afirmar que no hay razones sólidas para creer que las inversiones en I&D serán más o menos alentadas por derechos de propiedad que duren más o menos tiempo. Michel y Nyssen (1998) analizan los efectos en la economía de los sistemas de patentes utilizando un modelo de crecimiento endógeno con desarrollo de nuevos productos. Las patentes no solo representan protección comercial para los innovadores, sino que además implican el derecho de propiedad parcial sobre la información. Por lo tanto, aumentar la duración de las patentes no solo incrementa la rentabilidad de un proyecto de I&D, sino que además reduce los *spillovers* del conocimiento, los cuales ocupan un lugar crucial en el proceso de crecimiento. Michel y Nyssen (1998) encontraron que cuando la difusión instantánea de conocimiento es baja, el crecimiento se maximiza con una duración finita de las patentes, mientras que en el caso en el que la difusión es alta, la maximización del crecimiento se logra mediante una duración de patentes infinita. Por lo tanto, la pregunta es si en realidad la difusión del conocimiento es alta o baja. Precisamente, como vimos en relación a los países en desarrollo, los sistemas de DPI dificultan el proceso de difusión.

#### EXTENSIÓN DE LA DURACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL (DPI)

En el capítulo seis de su libro *Bad Samaritans*, Ha-Joon Chang critica severamente la extensión de los derechos de propiedad intelectual impulsada por Estados Unidos. Al respecto, el autor señala:

No solo en Estados Unidos se han estado alargando los plazos de los DPI. En el tercer cuarto del siglo XIX (1850-1875), la vida media de las patentes en una muestra de 60 países oscilaba en torno a los 13 años. Entre 1900 y 1975, se amplió a 16 o 17 años. Pero hace poco Estados Unidos ha tomado la iniciativa en la aceleración y consolidación de esa tendencia ascendente. Ahora ha convertido su plazo de 20 años para la protección de patentes en una «norma global» consagrándolo en el acuerdo TRIPS (*Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights*) de la Organización Mundial de Comercio: en 2004, el promedio de esos 60 países se situaba en 19 años. El gobierno estadounidense ha estado extendiendo todo aquello que va más allá del TRIPS, como la ampliación de facto de las patentes farmacéuticas, por medio de acuerdos bilaterales de libre comercio. No sé de ninguna teoría económica que diga que 20 años es mejor que 13 o 16 años como el plazo de protección de patentes desde el punto de vista social, pero resulta evidente que cuanto más largo sea, mejor para los titulares de las patentes (2008: 159).

Si bien no se puede afirmar que una mayor duración de las patentes tendrá un impacto positivo sobre el crecimiento, sí es sabido que la extensión de los monopolios temporales significará mayores costos sociales. Como señala Ha-Joon Chang:

Como la protección de derechos sobre la propiedad intelectual implica monopolio (y sus costes sociales), prolongar el período de protección incrementa claramente esos costes. Alargar el plazo —como cualquier otro reforzamiento de la protección de PDI— significa que la sociedad está pagando más por nuevos conocimientos. Desde luego, esos costes pueden justificarse si la ampliación del período genera más conocimiento (reforzando el incentivo para la innovación), pero no existen pruebas de que eso haya estado ocurriendo, por lo menos no lo suficiente para compensar los mayores costes de protección. Dadas las circunstancias, debemos analizar detenidamente si los plazos vigentes de protección de PDI son apropiados, y acortarlos si es preciso (2008: 159).

Uno de los aspectos más polémicos acerca de la extensión de la duración de los DPI es el carácter retroactivo de las leyes. Esta peculiaridad ha brindado sustento a los críticos de la extensión, pues evidencia que la principal motivación detrás de las leyes es beneficiar a las industrias implicadas (en especial la industria farmacéutica, de software y de entretenimiento) y no promover el desarrollo de innovaciones y nuevas creaciones artísticas. Como señala Ha-Joon Chang: «Prorrogar el plazo de protección de obras existentes no puede generar nunca nuevos conocimientos» (2007: 158).

Al respecto, John Kay satiriza los argumentos a favor de la ampliación de la duración de los derechos de autor en su artículo «Copyright Law has a Duty to Creativity», publicado en 2002 por el *Financial Times*. En este artículo se presenta una conversación ficticia entre la novelista inglesa Virginia Woolf y su esposo. El irónico diálogo expresa la idea de Kay acerca de la duración de los derechos y la creación artística: la principal motivación de los artistas no son las regalías que recibirán por sus derechos de autor (los cuales se extienden hasta setenta años después de su muerte), por lo tanto, la extensión de la vida útil de estos derechos no implica que se producirán más obras artísticas.

**LA LEY DE COPYRIGHT TIENE UN DEBER CON LA CREATIVIDAD\***

Se ha dicho comúnmente que la mejor manera de proteger la innovación artística y creatividad es extendiendo los derechos de autor. Pero no son los novelistas o músicos los que persiguen el argumento.

Es 1927 y Virginia Stephen habla con su esposo, Leonard Woolf, durante el desayuno en su elegante casa de Bloomsbury.

VIRGINIA: Querido, estoy pensando escribir una novela llamada *Al faro* acerca de mi infancia, ubicada en la isla de Skye. Será una obra maestra de la ficción del siglo XX.

LEONARD: Qué buena idea, querida. Con la Gran Depresión a punto de empezar, las regalías de autor nos vendrán muy bien. No solo podremos comprar alimentos, sino enriquecer a los niños y a los nietos de nuestro sobrino.

A la mañana siguiente:

VIRGINIA: Leonard, mi agente me ha dicho que bajo las leyes británicas, el derecho de autor expirará 50 años después de mi trágico suicidio en 1941. Entonces, Wordsworth Editions será libre de reproducir copias de *Al faro* y venderlas por poco. Los estudiantes podrán comprar ediciones con anotaciones para ayudarse en sus exámenes. (Ambos se horrorizaron ante esto).

LEONARD: ¡Qué terrible para nuestras finanzas! Pero qué podíamos esperar en un país gobernado por hombres como Ramsay McDonald and Stanley Baldwin, quienes no entienden de las necesidades económicas de las personas creativas.

Una semana después:

VIRGINIA: Leonard, mi agente se ha enterado de que una directiva que será aprobada en 1995 extenderá los derechos de autor de mi trabajo por 20 años. Y —¡qué alegría!— el Congreso aprobará una ley en 1998 concediendo una extensión similar a mis derechos en Estados Unidos. ¡No veré la degradación de mis libros vendiéndose en Wal-Mart hasta el próximo milenio!

LEONARD: Maravillosas noticias, Virginia. [...] Iré a comprarte pluma y tinta de inmediato.

Y así, novelistas y compositores que murieron hace más de cincuenta años, pero menos de setenta años, fueron capaces de dejar su huella en las arenas del tiempo. Fácilmente podríamos haber perdido no solo *Al faro*, sino también *Hijos*

y *amantes* (de David Lawrence, 1913) y *Rebelión en la granja* (de George Orwell, 1945).

Esto les parecerá tan poco probable como me parece a mí. Pero el gobierno de los Estados Unidos, junto con grupos industriales poderosos, ha argumentado ante la Corte Suprema que esta extensión de los derechos de autor es necesaria para la protección de la innovación artística y la creatividad.

Pocos trabajos tienen valor comercial setenta años después de su creación. ¿Es realmente plausible que autores potenciales de clásicos perdurables serían desalentados por la noticia de que sus regalías expirarán cincuenta años después de su muerte? ¿Las compañías duran para siempre: pero ha visto alguna vez una compañía cuyo flujo de caja descontado incorpore rendimientos de más de 75 años a partir de ahora? La naturaleza retrospectiva del cambio en la ley muestra que el objetivo no es estimular nuevas actividades creativas, sino proteger a los dueños de los derechos de las creaciones antiguas. La corporación Disney, el lobista principal para el cambio, está aterrada con la idea de perder el control del repertorio de personajes de Disney.

Se argumenta además que una sola compañía es la mejor forma de asegurar la inversión y el desarrollo de productos y actividades. [...] Pero la experiencia de la economías de mercado modernas es que la innovación y los intereses del consumidor son mejor servidos por la competencia y no por el monopolio.

[...] El legado de Shakespeare puede estar mejor protegido y desarrollado si sus trabajos y personajes solo pudieran ser usados bajo la licencia de la Royal Shakespeare Corporation. Tal agencia puede prohibir malas producciones y asegurarse de que los textos modificados reflejen apropiadamente el consenso de los académicos de la corporación. Pero la historia del arte totalitario deja poco espacio al optimismo de que esto estimulará la creatividad.

\*Tomado del *Financial Times*. Escrito por John Kay (24/10/2002).

## Las patentes y el desarrollo en el tercer mundo

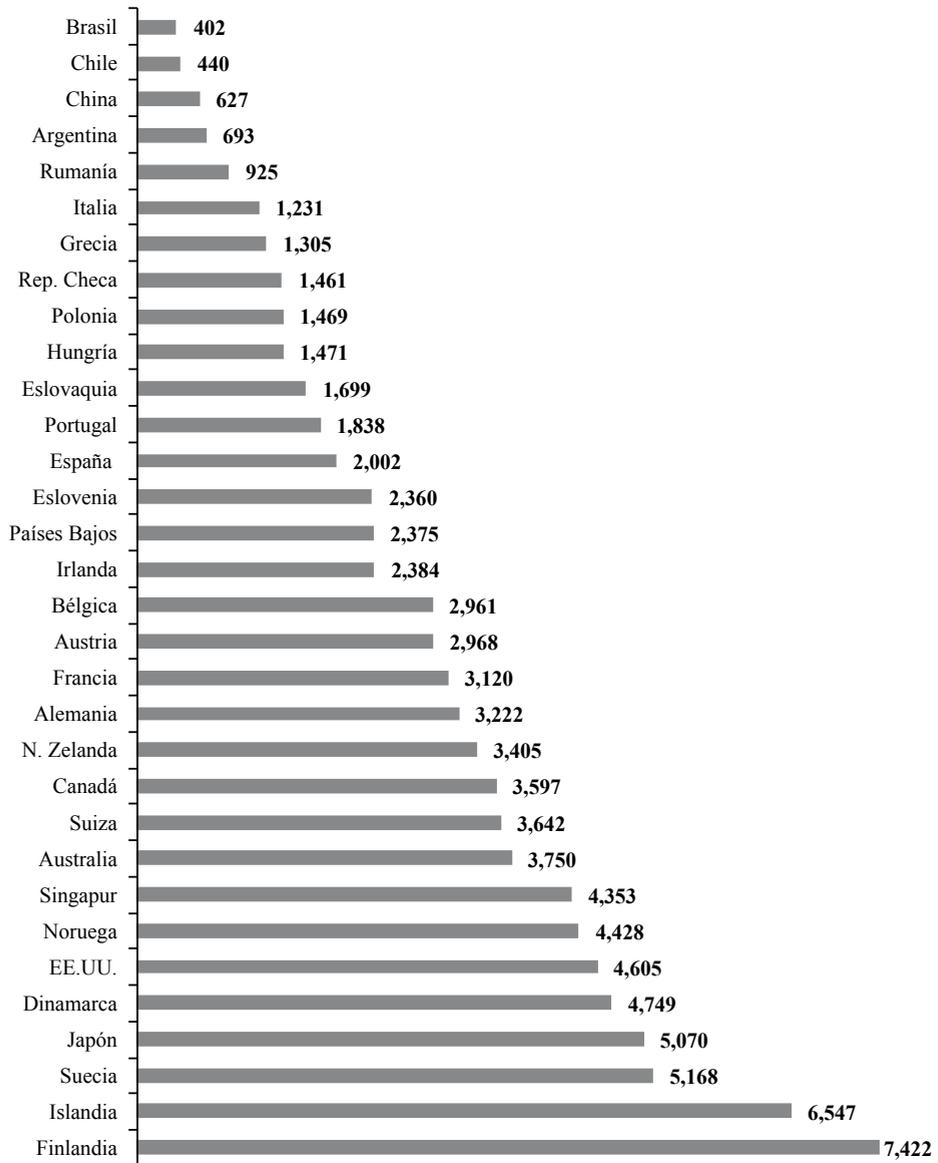
Se ha mencionado que los incentivos al desarrollo tecnológico y a la acumulación de conocimiento son fundamentales para asegurar la inversión en I&D que contribuya al crecimiento económico. Asimismo, hemos visto que el beneficio social de estas inversiones sobrepasa ampliamente al beneficio privado, aun cuando el resultado de los incentivos sea un monopolio provisional. Sin embargo, este conocimiento y avance tecnológico solo se genera en los países más desarrollados. Al respecto cabe cuestionar cuáles son los factores que determinan la generación de conocimiento técnico en relación a las características de los países en desarrollo.

De acuerdo al modelo de Romer (1990) los principales determinantes se encuentran en el *stock* de capital humano dedicado a trabajar en investigación (el número de científicos e ingenieros que trabajan en sectores de I&D) y de las condiciones del mercado que generen los incentivos necesarios para que las firmas realicen la inversión en I&D (el marco institucional y los derechos de propiedad intelectual). Por lo tanto, debe entenderse que la ausencia de generación de conocimientos y descubrimientos tecnológicos en los países menos desarrollados se debe a la falta de capital humano dedicado a investigación y a la falta de un sistema de patentes que promuevan las inversiones.

En los países en vías de desarrollo la inversión en I&D es reducida, en relación a los países más desarrollados. No existe una gran demanda de capital humano para trabajar en ese sector y, por lo tanto, es normal que los científicos y profesionales terminen trabajando en oficios distintos a la investigación. Incluso sucede que los profesionales calificados migren a otros países donde su remuneración es más elevada y el nivel de vida es más alto. El gráfico 5.8 muestra el número de investigadores por millón de habitantes en 2002, según los datos de la CEPAL. Se aprecia que, en los países desarrollados, el número de investigadores es más elevado. Lamentablemente, no hay datos para Perú.

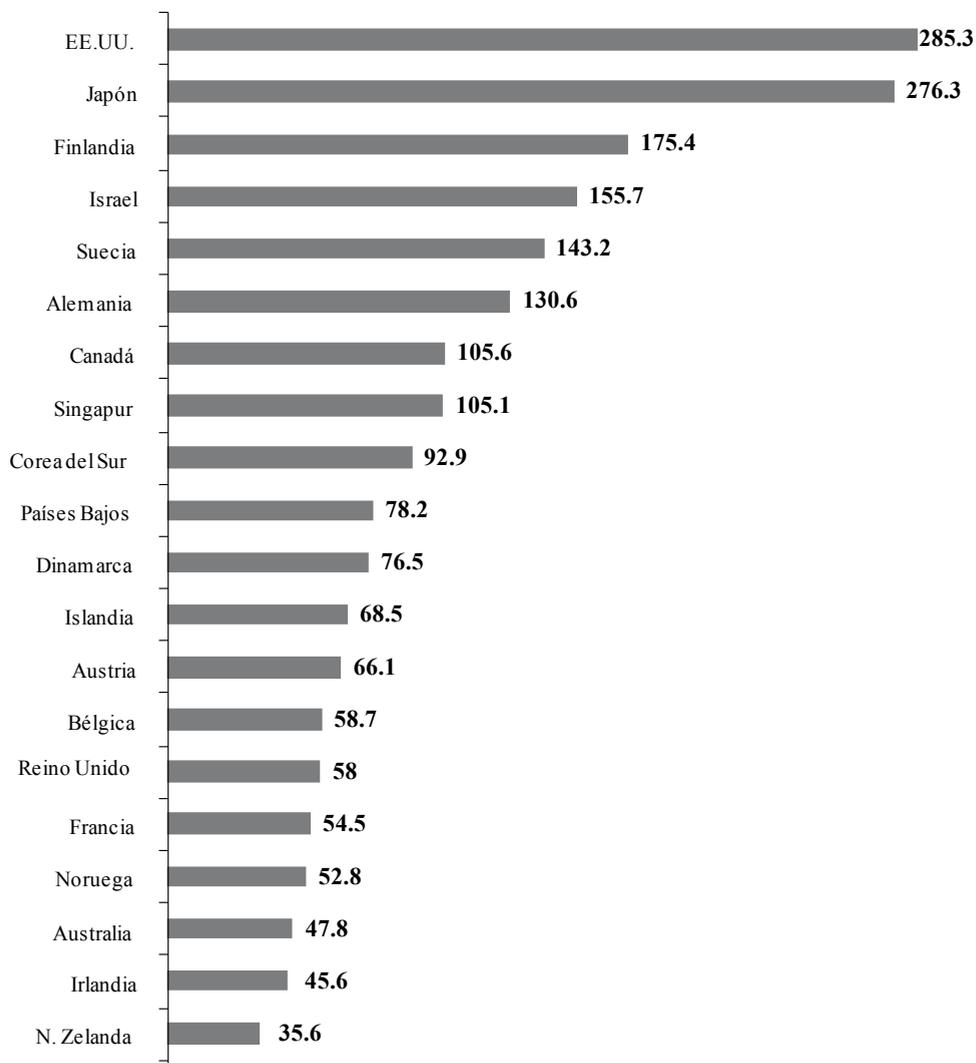
Por otra parte, la promoción de sistemas de propiedad intelectual se ha generalizado a nivel internacional. Una muestra de ello es el establecimiento en 1967 de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), organismo de las Naciones Unidas encargado de desarrollar un sistema de propiedad intelectual internacional. Asimismo, en la Organización Mundial del Comercio (OMC) se ha introducido en 1995 un acuerdo sobre derechos de propiedad intelectual relativos al comercio, el acuerdo TRIPS. Según la OMC, el acuerdo TRIPS es un acuerdo de estándares mínimos sobre propiedad intelectual. Uno de los requerimientos de dicho acuerdo es que las leyes de patentes estén disponibles para cualquier invento, ya sean productos o procesos, en todos los campos de la tecnología, y que los derechos sean aplicados tanto para productos importados, como para aquellos producidos localmente.

**Gráfico 5.8**  
**Número de investigadores 2002**  
 (Por millón de habitantes)



Fuente: RYCIT, UNESCO, MISTI-OECD. CEPAL. Elaboración propia.

**Gráfico 5.9**  
**Número de patentes otorgadas en USPTO\* 2004**  
 (Por millón de habitantes)



Fuente: USPTO. CEPAL. Elaboración propia.  
 \*USPTO: United States Patent and Trademark Office.

La extensión internacional de los derechos de propiedad amplía las brechas en el desarrollo entre los países desarrollados y los subdesarrollados, pues en los primeros se produce el conocimiento y la tecnología, y por tanto se reciben los beneficios del sistema de patentes; mientras que los segundos deben comprar estos avances a precios elevados. El gráfico 5.9 presenta el número de patentes otorgadas por la *United States Patent and Trademark Office* por millón de habitantes en 2004. Como se puede apreciar, los países desarrollados obtienen un mayor número de patentes en relación a los países menos desarrollados.

De este modo, un sistema de patentes rígido y mal diseñado tiene un efecto perjudicial en el tercer mundo: bloquea los flujos de conocimientos desde países más avanzados, impidiendo así que los países menos desarrollados utilicen estos conocimientos para mejorar su productividad y ser más competitivos. «Todo el desarrollo económico pasa por adoptar tecnologías extranjeras avanzadas. Cualquier factor que lo haga más difícil, ya sea el sistema de patentes o la prohibición de la exportación de tecnologías avanzadas, no es bueno para el desarrollo económico» (Chang 2008: 149).

Como señala Ha-Joon Chang (2008), los países que han podido asimilar los flujos de conocimiento que provienen de los países más desarrollados con mayor rapidez han tenido éxito en alcanzar los niveles de crecimiento de estos países. Asimismo, aquellos países que pudieron impedir la salida del conocimiento y los avances tecnológicos de sus fronteras, mantuvieron su liderazgo tecnológico por más tiempo, como es el caso de Gran Bretaña con las leyes de 1719 que impedían la movilidad entre países de los trabajadores de las industrias estratégicas (lana, acero, hierro, etcétera) (Chang 2008: 151-152).

Por otro lado, cabe resaltar que el número de patentes exorbitantemente alto en países como Estados Unidos no solo se explica por la creatividad de los inventores estadounidenses, sino que también se debe a los bajos requerimientos de originalidad impuestos en la legislación de patentes de ese país. Al respecto, y en relación al efecto que esto tiene sobre los países en desarrollo, Ha-Joon Chang, siguiendo el estudio de Jaffe y Lerner (2004), resume:

[...] se han concedido patentes a unas cosas muy obvias, como la compra por Internet en «un clic» de Amazon.com, los «sándwiches envasados sin corteza» de la compañía alimentaria Smuckers. [...] un «método de columpiarse en un columpio» (al parecer «inventado» por un niño de cinco años). [...] Si bien estos casos ocupan el extremo más disparatado de la gama, reflejan la tendencia general de que «las pruebas de no novedad y no-obiedad, que en teoría deben garantizar que el monopolio de patente se otorga solo a ideas verdaderamente originales, se han vuelto en buena medida inoperantes» (Jaffe & Lerner 2004: 34-35). [...] Pero, ¿qué debería importarle al resto del mundo que los americanos saquen patentes absurdas? Debería importarle porque el nuevo sistema estadounidense ha fomentado el «robo» de ideas que son muy conocidas en

otros países, sobre todo naciones en vías de desarrollo, pero no están protegidas por la ley precisamente porque han sido tan bien conocidas durante tanto tiempo. Esto se define como el robo de «conocimientos tradicionales» (Chang 2008: 160-161).

#### ÁFRICA Y LAS PATENTES EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

La situación africana en relación a los productos farmacéuticos contra el VIH/SIDA es un ejemplo del dilema de la protección intelectual en el tercer mundo. Al respecto, Ha-Joon Chang (2008) señala:

Muchas naciones africanas están sufriendo una epidemia de VIH/SIDA. Desgraciadamente, los fármacos contra el VIH/SIDA son muy caros, costando de 10 000 a 12 000 dólares por paciente y año. Esto equivale a tres o cuatro veces los ingresos anuales por persona de incluso los países africanos más ricos, como Sudáfrica o Botsuana, los cuales padecen la epidemia de VIH/SIDA más grave del mundo. Es de 30 a 40 veces la renta per cápita anual de las naciones más pobres, como Tanzania y Uganda, que tienen también una alta incidencia de esa enfermedad. Dadas las circunstancias es comprensible que algunos países africanos hayan estado importando medicamentos «copiados» de naciones como la India y Tailandia, que cuestan solo de 300 a 500 dólares, o un 2% - 5% del «original». [...]

Pese a la legitimidad de las acciones de los países africanos con respecto a los medicamentos para el VIH/SIDA, 41 compañías farmacéuticas se asociaron y decidieron infligir un castigo ejemplar al gobierno sudafricano y lo llevaron ante los tribunales en 2001. Alegaron que la legislación de fármacos del país que permitía importaciones paralelas y comercialización obligatoria era contraria al acuerdo TRIPS. Las sucesivas campañas sociales y protestas públicas dieron una mala imagen de las compañías farmacéuticas, que terminaron retirando la demanda. [...]

Durante el debate que rodeó los medicamentos para el VIH/SIDA, las compañías farmacéuticas arguyeron que, sin patentes, no habría más fármacos nuevos: si cualquiera puede «robar» sus inventos, no tienen ningún motivo para invertir en la invención de nuevas medicinas. [...] En consecuencia, siguieron diciendo las compañías farmacéuticas, aquellos que critican el sistema de patentes (y otros DPI) están poniendo en peligro la provisión futura de nuevas ideas (no solo fármacos), minando así la propia productividad del sistema capitalista. [...]

En el punto más álgido del debate [...] trece miembros de la Royal Society, la sociedad científica más distinguida del Reino Unido hicieron este contundente comentario en una carta abierta al *Financial Times*: «Las patentes son solo un medio para fomentar el descubrimiento y la invención. La curiosidad científica, unida al deseo de beneficiar a la humanidad, ha tenido una importancia mucho mayor a lo largo de la historia» (Ha-Joon Chang 2008: 144-146).

Según Ha Joon Chang, el problema principal del actual sistema de patentes es que el mal diseño de este sistema dificulta la innovación tecnológica en lugar de promoverla (2008: 161). Esto se debe a que el conocimiento tecnológico existente es uno de los principales insumos en la producción de mayores avances tecnológicos. Por lo tanto, al estar gran parte de este conocimiento bajo el monopolio otorgado por las concesiones de patentes, no pueden ser utilizados por otros investigadores sin representar un gran costo. Es decir, el conocimiento pierde una de sus principales características de bien público: se vuelve un bien excluible. Ha Joon Chang (2008: 162) denomina a esta situación la «tiranía de las patentes entrelazadas». Es claro que estos mayores costos constituyen un impedimento a la difusión tecnológica desde los países desarrollados hacia los países subdesarrollados: «El temor al litigio de patentes puede también hacer más lenta la difusión de tecnologías e impedir la transferencia tecnológica que es resaltada por la moderna teoría schumpeteriana como un factor crítico para la prosperidad a largo plazo» (Howitt 2004: 11).

De este modo, el diseño inadecuado del sistema de patentes internacional ocasiona que la adquisición de nuevo conocimiento y el desarrollo de nuevas tecnologías resulten más caros, sobre todo en países en desarrollo que son políticamente débiles para negociar los temas de derechos de propiedad intelectual. Además, la implementación de un sistema de protección de la propiedad intelectual representa un gasto para los países menos desarrollados; sin embargo, este gasto no reeditaré mayores beneficios pues, como ya se mencionó, no son los países en desarrollo los que se benefician con la protección de la propiedad intelectual (Chang 2008: 165).

## 5. POLÍTICA ECONÓMICA PARA EL CRECIMIENTO A LARGO PLAZO

La teoría del crecimiento endógeno acepta una de las principales implicaciones de la teoría neoclásica: en el largo plazo, el determinante principal del crecimiento económico es la tasa de crecimiento de la productividad total de factores (PTF), la cual a su vez depende de la tasa de progreso tecnológico. Donde difiere de la teoría neoclásica es en el establecimiento de que la tasa de progreso técnico depende de fuerzas económicas y puede ser influenciada por la política económica (Howitt 2004: 3). La nueva teoría del crecimiento ha otorgado un papel importante a las políticas económicas en la determinación de la tasa de crecimiento a largo plazo, en especial en relación a la creación de un marco político que promueva la innovación y la adaptación de tecnología (Corbo 1996: 159).

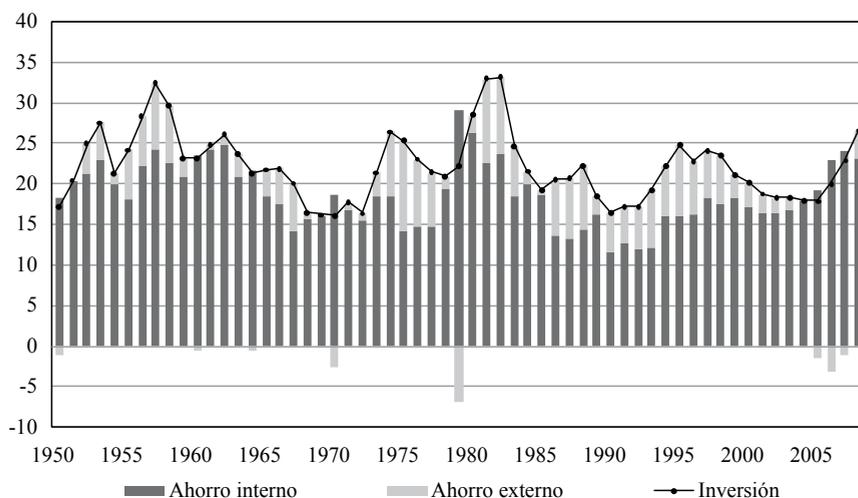
**RECOMENDACIONES DE POLÍTICA ECONÓMICA PARA FAVORECER EL CRECIMIENTO**

- Fomentar el incremento del ahorro y la inversión
- Fomentar el avance tecnológico y la investigación
- Fortalecer las instituciones (derechos de propiedad y propiedad intelectual)
- Política de competencia y apertura comercial
- Incrementar el gasto social (programas nutricionales, salud y educación)

**Fomentar el incremento del ahorro y la inversión**

En el modelo neoclásico, el crecimiento del producto depende únicamente del crecimiento de la población y de la tasa de crecimiento del progreso técnico exógeno, independientemente de la tasa de ahorro de la economía. Como hemos visto, este resultado es conocido como la paradoja de Solow, o la paradoja neoclásica. En el modelo de Solow (1956), un incremento en la tasa de ahorro solo causará desviaciones transitorias de la tasa de crecimiento observada a largo plazo, pero no afectará a la tasa de crecimiento del producto per cápita a largo plazo (Corbo 1996: 159).

**Gráfico 5.10**  
**Perú: Ahorro interno, externo e inversión 1950-2008**  
 (Porcentaje del PBI)



Fuente: BCRP. Elaboración propia.

Por el contrario, en los modelos de crecimiento endógeno, el ahorro y la inversión vuelven a estar en el centro del debate sobre crecimiento económico. En el largo plazo, cambios en el ahorro conducen a cambios equivalentes en el gasto de inversión. A mayor inversión, mayor *stock* de capital, y un mayor *stock* de capital implica, a través de la función de producción, mayor producción.

#### AHORRO PÚBLICO Y AHORRO PRIVADO

Como vimos en el capítulo uno, de la identidad del producto, tenemos:

$$Y = C + I + G + XN$$

Donde  $Y$  es el producto,  $C$  es consumo,  $I$  es la inversión,  $G$  es el gasto público,  $XN$  son las exportaciones netas. Introducimos la tributación total,  $T$ :

$$(Y - T - C) + (T - G) = I + XN$$

Podemos separar así el ahorro privado,  $S_p$ , del ahorro público,  $S_g$ :

$$S_p = Y - T - C$$

$$S_g = T - G$$

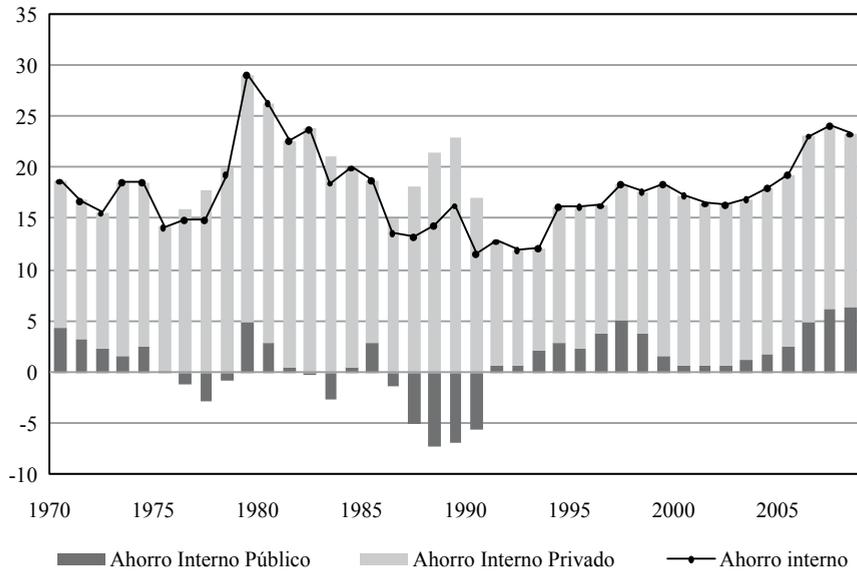
$$S_p + S_g = I + XN$$

El ahorro externo es igual a:

$$S_x = -XN$$

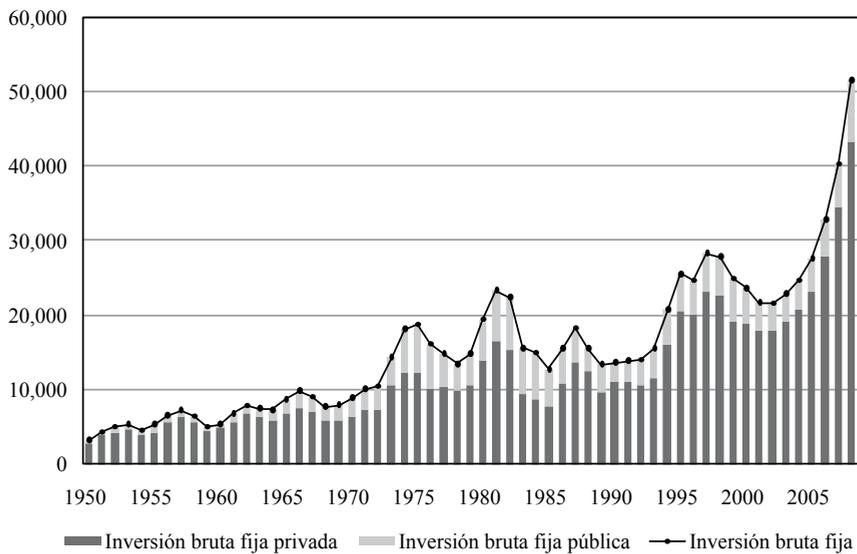
En la nueva teoría de crecimiento, la inversión se convierte en un concepto más amplio, pues implica no solo la acumulación de capital físico, incluye también la acumulación en capital humano y la inversión en investigación y desarrollo, principalmente. Por su parte, el ahorro es importante ya que permite financiar la demanda de inversión. El ahorro puede ser interno o externo. Otra fuente de financiamiento para la inversión son los préstamos en los mercados internacionales de capitales. No obstante, Corbo (1996: 185) sostiene que la única forma de financiar los aumentos sostenidos de la demanda de inversión es mediante el aumento sostenido de la tasa de ahorro nacional, pues el financiamiento mediante préstamos genera una elevada dependencia de los flujos de capitales extranjeros.

**Gráfico 5.11**  
**Perú: Ahorro interno privado y público 1970-2008**  
 (Porcentaje del PBI)



Fuente: BCRP. Elaboración propia.

**Gráfico 5.12**  
**Perú: Inversión bruta fija, privada y pública 1950-2008**  
 (Millones de soles de 1994)



Fuente: BCRP. Elaboración propia.

En el caso peruano, el ahorro interno es la mayor fuente de ahorro, mientras que el ahorro externo representa una proporción mucho menor (véase gráfico 5.10). El ahorro interno se divide en el ahorro interno privado y el ahorro interno público. Como vimos en el capítulo uno, el ahorro interno en el Perú está principalmente constituido por el ahorro privado, y el ahorro público constituye una parte menor (véase gráfico 5.11 que reproduce el gráfico 1.11 del capítulo uno). Asimismo, la inversión real bruta fija está principalmente compuesta por la inversión real bruta fija privada (véase gráfico 5.12).

### **Ahorro e inversión privados**

Corbo sostiene que la evidencia empírica sugiere que las tasas de ahorro privado son poco sensibles a las variables de política y, en particular, a las tasas de interés real (1996: 185). Corbo señala: «Sin embargo, en el caso extremo de una tasa de interés real negativa e impredecible, es probable que los intereses reales desincentiven el ahorro —sin duda reducirán la cantidad y la eficiencia de la intermediación financiera e incentivarán la fuga de capitales» (Corbo 1996: 185). Por lo tanto, si bien resulta difícil promover el incremento del ahorro privado, la política económica debe centrarse en el mantenimiento de la estabilidad macroeconómica y financiera para evitar desalentar el ahorro privado.

Por otro lado, si se busca incrementar la inversión, sobre todo en países como Perú, debe incentivarse la inversión privada, pues esta constituye la mayor proporción de la inversión total. La inversión privada puede fomentarse mediante incentivos tributarios orientados a disminuir su costo. Por ejemplo, los créditos tributarios o devolución de impuestos a las empresas por sus inversiones.

### **La estabilidad macroeconómica y política y la inversión privada**

Los modelos de crecimiento endógeno brindan suma importancia a las decisiones de ahorro e inversión en función de la ganancia (De Mattos 1999: 193), por lo tanto «aparece como propósito de la política respectiva la configuración de un ambiente económico, social y político ventajoso para la valorización privada del capital, de manera que el mismo resulte atractivo, especialmente para las empresas más innovadoras y competitivas, cuya localización en ese ámbito se estima fundamental para que allí puedan desencadenarse procesos sostenidos de crecimiento endógeno» (De Mattos 1999: 195).

Por lo general, la incertidumbre es el principal determinante de una reducción en los niveles de inversión. Por lo tanto, tan importante como la promoción activa de la inversión a través de créditos tributarios o devolución de impuestos, es mantener un marco institucional sólido y procurar la estabilidad política y macroeconómica. De este

modo, se reduce la incertidumbre y los inversionistas estarán más dispuestos a poner en marcha sus inversiones. Según Corbo y Rojas (1993): «la inestabilidad política tiene un efecto muy negativo sobre las tasas de inversión, en tanto que la inestabilidad macroeconómica tiene un efecto negativo directo sobre el crecimiento» (Corbo 1996: 167). Asimismo, se ha comprobado empíricamente la relación inversa entre la inflación y el crecimiento (Smith 1996: 449). La inflación baja la tasa de interés real, lo cual afecta la acumulación de capital retardando el crecimiento económico (Smith 1996: 450).

Corbo (1996) señala dos variables que brindan una aproximación al grado de estabilidad macroeconómica: la tasa de inflación y las expectativas de depreciación.

Se asocian altas tasas de inflación con inestabilidad macroeconómica y esta incertidumbre respecto a la macroeconomía tiende a reducir la tasa de inversión, dado que los inversores potenciales esperarán a que se resuelva la incertidumbre antes de comprometerse. Así, la inversión será menor cuando la incertidumbre sea mayor, o se esperará que países con altas tasas de inflación presenten bajos niveles en sus tasas de inversión. [...] El efecto de la incertidumbre —reflejado en altas tasas de inflación— sobre la tasa de inversión, es mayor en los países que han sufrido épocas con mayor inflación. [...]

Según Fischer (1992), la expectativa de depreciación puede afectar a la inversión a través de diversas vías: en primer lugar, cuando se espera que se produzca una depreciación resulta más atractivo mantener activos exteriores; en segundo lugar, la incertidumbre económica es superior en dichas condiciones; pero, en tercer lugar, para aquellos que puedan obtener divisas al tipo de cambio oficial, la importación de bienes de capital extranjeros resulta más barata. Así mientras que las dos primeras vías sugieren una relación negativa entre la prima de mercado negro y la tasa de inversión, la tercera sugiere lo contrario. Por otra parte, como índice general de las distorsiones macro, la prima de mercado negro podría ofrecer señales de que la situación de la balanza de pagos es insostenible y que se va a producir un ajuste cuya forma se desconoce. La incertidumbre respecto al tipo de medidas de ajuste que se van a introducir tendría un efecto negativo sobre la inversión (Corbo 1996: 178).

### **Ahorro e inversión públicos**

Debido a que el ahorro privado resulta insensible a la política económica, para aumentar el ahorro es necesario que el ahorro público se incremente. Por lo tanto, el gobierno debe reducir el déficit gubernamental y aumentar su nivel de ahorro. De esta forma se reducen las tasas de interés, aumenta la inversión y, por lo tanto, se estimula el crecimiento económico. «El aumento del ahorro público contribuirá a aumentar el ahorro nacional siempre y cuando no implique una disminución del ahorro privado a través del efecto de la equivalencia Ricardiana. La evidencia empírica presentada [...] muestra que los cambios en el ahorro público no suelen compensarse con respuestas

en el ahorro privado. Esta evidencia sobre el ahorro subraya la importancia central del equilibrio fiscal como instrumento para lograr una mayor tasa de ahorro nacional» (Corbo 1996: 185).

Sin embargo, es importante resaltar que, en países en desarrollo, el gasto en infraestructura pública no debe ser recortado. Si las compras del gobierno consisten en gasto en infraestructura, la disminución de la inversión pública puede contraer la inversión privada. La inversión pública en infraestructura, como vías de transporte y comunicaciones, es fundamental para articular y expandir el mercado doméstico. Estas inversiones públicas aumentan la rentabilidad de la inversión privada y de esta forma constituyen un incentivo indirecto a la inversión.

Howitt (2004) señala dos medidas mediante las cuales la política fiscal puede contribuir al crecimiento: la reducción del déficit mediante reducción del gasto en servicio de deuda y financiar el gasto en infraestructura pública cortando el gasto en actividades poco productivas. En primer lugar, la política de reducción del déficit a largo plazo a través de la reducción del gasto anual en servicio de deuda resulta beneficiosa para el crecimiento económico, pues permite al gobierno reducir las tasas impositivas sin reducir el gasto en otros servicios. En segundo lugar, para financiar el gasto en infraestructura pública, los gobiernos pueden reducir su gasto en otros programas y evitar así el incremento de las tasas impositivas. Es decir, debe darse una reestructuración del gasto público a favor de la acumulación de capital público (Howitt 2004: 7).

#### EVIDENCIA EMPÍRICA SOBRE POLÍTICA ECONÓMICA

Kocherlakota y Yi (1997) encontraron que para Estados Unidos y el Reino Unido, la tasa impositiva y el *stock* de capital público son determinantes exógenos que tienen un impacto considerable sobre el crecimiento de largo plazo. En estos dos países se encontró que elevadas tasas impositivas tienen un efecto nocivo sobre el crecimiento; no obstante, la acumulación de capital público, la construcción de infraestructura, por ejemplo, guardaba una relación positiva con el crecimiento. Asimismo, se encontró que, generalmente, las variaciones en una de estas variables tiende a ser compensada por las variaciones en la otra. Es decir, si bien el gasto en infraestructura produce mayor crecimiento, este impacto se ve contrarrestado por el efecto negativo producido por el incremento de las tasas impositivas con el objeto de financiar el gasto público (Howitt 2004: 7).

Además de las restricciones de mercado mencionadas, en economías en desarrollo, como la peruana, la inversión nacional enfrenta también restricciones de financiamiento. Como ya se mencionó, para superar las primeras es necesario el desarrollo de la infraestructura a escala nacional. Por otro lado, para superar las restricciones de financiamiento es necesario fomentar el desarrollo del mercado de capitales.

## Desarrollo del mercado de capitales

Para que el mercado financiero sea más competitivo debe fomentarse el desarrollo de un mercado de capitales, profundo y líquido, mediante un marco regulatorio adecuado para asegurar que pequeñas y medianas empresas emitan deuda para financiar sus inversiones. En general, los desarrollos institucionales en el sistema financiero podrían incentivar el incremento de la tasa de ahorro e incrementar el ahorro financiero. Sin embargo, es necesario que se cree un sistema de regulación y supervisión financiera que mantenga la confianza en el sistema (la crisis desatada por la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos es un claro ejemplo de la importancia de la regulación financiera).

También es importante promover el desarrollo de otros tipos de intermediarios financieros locales como las cajas rurales o los sistemas de microcrédito, pues los costos de transacción involucrados en el préstamo y ahorro de pequeños montos suelen ser muy elevados para la banca comercial. Según Corbo (1996: 186), una de las posibles explicaciones de la elevada tasa de ahorro de los países asiáticos es la creación de instituciones de ahorro postal por parte del sector público.

El desarrollo financiero bajo la forma de mayor monetización y una mayor profundidad financiera podría implicar un mayor ahorro a través de la reducción de los costes de transacción a los que se enfrentan ahorradores potenciales. Probablemente también implicaría un uso más eficiente del ahorro a través del agrupamiento de los recursos, la creación de una mayor cartera de instrumentos financieros, una mejor evaluación de los proyectos, y también al solucionar parcialmente los problemas de selección adversa en los mercados crediticios. En el contexto de la nueva teoría del crecimiento, estas ganancias de eficiencia, directamente y a través de sus efectos sobre las innovaciones, tendrían efectos directos sobre la tasa de crecimiento a largo plazo (King & Levine 1993) (Corbo 1996: 186).

## Fomentar el avance tecnológico y la investigación

El centro de la teoría del crecimiento endógeno lo constituye el avance tecnológico. Howitt (2004) señala que, de acuerdo con la teoría de crecimiento endógeno, dicho avance proviene de innovaciones. Las innovaciones pueden ser nuevos procesos, productos o mercados que permiten satisfacer mejor las necesidades económicas de la población. Las innovaciones son producto de la aplicación de la ciencia, de la experiencia ganada en el trabajo y de la inversión dedicada a la investigación y desarrollo (I&D). De este modo, cualquier política económica que afecte la producción de innovaciones tendrá un impacto sobre la tasa de crecimiento del progreso tecnológico y por lo tanto influirá en la tasa de crecimiento (Howitt 2004: 4).

**TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA, PAÍSES EN DESARROLLO Y LA RESTRICCIÓN  
DEL CAPITAL HUMANO**

Como hemos mencionado anteriormente, la teoría del crecimiento endógeno enfatiza la importancia de la transferencia tecnológica desde países más avanzados a países en vías de desarrollo, pues esta transferencia es indispensable para lograr un acercamiento entre los niveles de desarrollo de ambos grupos de países. El proceso de transferencia se da principalmente a través de la adopción y la adaptación de la nueva tecnología. La adopción consiste en la utilización o implementación de productos o procesos nuevos en los países donde no se produce tecnología. La adaptación consiste en modificar la tecnología producida en otros países al contexto en el cual será adoptada.

Debido al elevado costo que representa la producción de nueva tecnología, en los países en desarrollo resulta más barato importar las innovaciones de algún país desarrollado y adoptarlas sin mayores modificaciones. Sin embargo, en países con un mayor grado de desarrollo puede llevarse a cabo la adaptación de la nueva tecnología. Un factor crítico en la transferencia de tecnología de un país a otro es el nivel de educación de la fuerza laboral. El grado de educación de los trabajadores es importante, pues afecta directamente la velocidad del proceso de transferencia tecnológica. Durante este proceso se requerirá de trabajadores calificados para llevar a cabo la adopción, y sobre todo la adaptación. Asimismo, una vez implementada la nueva tecnología, mientras más calificado sea el personal que opere los nuevos equipos o utilice los nuevos conocimientos, mayor será la productividad de la nueva tecnología (Howitt 2004: 6).

La conclusión principal de los modelos de crecimiento endógeno es que economías con altos niveles de capital (físico y humano) y tecnología, con una fuerza laboral educada y con instituciones que impulsen las innovaciones, crecerán más rápido que otras. Los modelos de crecimiento endógeno muestran que la tasa de crecimiento de la economía aumenta con la cantidad de recursos dedicados al sector de investigación, por lo tanto, el tamaño de la economía determina su tasa de crecimiento (Lingens 2005: 1). Por lo tanto, las políticas económicas que busquen promover el crecimiento deben enfocarse principalmente en fomentar el avance tecnológico.

La promoción del avance tecnológico tiene distintas implicancias en los países según el grado de desarrollo alcanzado. Por ejemplo, en países desarrollados donde se producen las innovaciones, debe fomentarse la inversión en I&D dedicada a desarrollar nuevas tecnologías. En este caso, fortalecer el sistema de derechos de propiedad intelectual puede ser una política favorable al crecimiento económico, pues se brindan los incentivos necesarios para alentar la investigación en ciencias aplicadas.

Sin embargo, en países con menor grado de desarrollo, el cambio tecnológico consiste sobre todo en la adopción de tecnología importada de otros países. En este

contexto, medidas de protección de la propiedad intelectual pueden dificultar el proceso de difusión tecnológica desde países avanzados hacia la periferia. En estos países, las firmas no cuentan con los recursos para invertir en I&D. Por lo tanto, las políticas que contribuyan a facilitar la importación de tecnología extranjera resultarán beneficiosas para el crecimiento de los países subdesarrollados.

Asimismo, los modelos de creación de tecnología en países en desarrollo señalan que:

[...] aunque el desarrollo de nuevos productos y procesos no es una característica central del cambio técnico en estos países y, por el contrario, unos y otros son en gran medida transferidos de los países más avanzados, existe un proceso activo de desarrollo tecnológico, asociado a la acumulación de conocimientos sobre el manejo de tecnologías extranjeras y su adaptación a las condiciones locales (modificación de los diseños de los productos, uso de materias primas locales, etc.). Este proceso no depende solamente del aprendizaje por experiencia, sino también de esfuerzos conscientes de las firmas y de los incentivos creados por el contexto económico en el cual se desenvuelven. En cualquier caso, la transferencia de tecnología es indisociable de un proceso paralelo de acumulación local de conocimientos asociada al uso de ella y, por ende, al proceso mismo de producción. Aún si surge de una transferencia desde el exterior, el desarrollo tecnológico de los países en desarrollo es, así, un proceso de acumulación de «capital humano» en el sentido de las nuevas teorías de crecimiento (Ocampo 1991: 6).

Es decir, en la promoción del avance tecnológico es crucial incentivar la capacitación técnica de la fuerza laboral que operará la nueva tecnología o realizará las actividades de adopción y adaptación. Sin embargo, en los países subdesarrollados, el problema principal no es la falta capacitación, sino, principalmente, la falta de puestos de trabajo que absorban a los trabajadores calificados; es decir, no se trata de un problema de oferta de trabajadores calificados, sino de demanda. Precisamente, facilitar la adopción de nuevas tecnologías puede contribuir a la generación de puestos de trabajo para estos trabajadores.

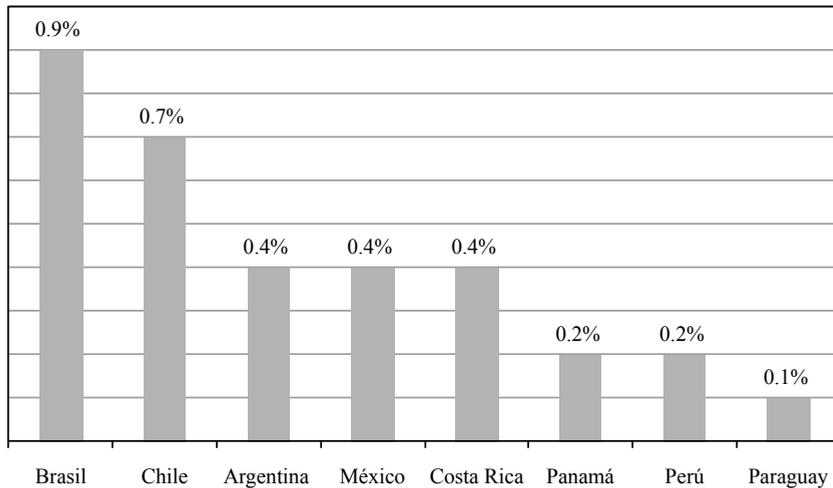
En este sentido, cobra relevancia la política de comercio internacional. Como sostiene Howitt, los modelos de crecimiento endógeno de tradición schumpeteriana tienen como implicancia que «la apertura al comercio internacional de un país puede elevar la productividad en el largo plazo, no solo a través de los canales usuales de las ventajas comparativas, especialización y competencia sino también facilitando la transferencia tecnológica» (Howitt 2004: 6).

Por lo tanto, en los países subdesarrollados debe promoverse y facilitar el proceso de transferencia tecnológica, a través de la promoción de la inversión en I&D por parte de las firmas para adoptar y/o adaptar las tecnologías producidas en otros países. De este modo, cualquier mecanismo que dificulte el proceso de transferencia tecnológica, como un sistema de propiedad intelectual rígido y sobrevaluado en relación a la tecnología

importada o restricciones al comercio de bienes de última tecnología, tendrán un efecto negativo sobre el crecimiento de los países menos desarrollados.

Según los datos del *Manual de políticas públicas. Ciencia y tecnología para el desarrollo* de la CEPAL, en 2002 el gasto en investigación y desarrollo llevado a cabo en el Perú representaba apenas el 0.2% del PBI. Asimismo, en América Latina, el gasto en I&D representa en promedio 0.56% del PBI. Estos datos no causan sorpresa, pues es sabido que los países menos desarrollados invierten menos en I&D. Sin embargo, en Estados Unidos, el gasto en I&D representaba 2.66% del PBI en 2002. Por su parte, en 2001, los países con mayor gasto en I&D eran Israel, Suecia, Finlandia y Japón con 5%, 4.3%, 3.4% y 3.1% de su PBI, respectivamente.

**Gráfico 5.13**  
**Gasto en investigación y desarrollo 2002**  
(Porcentaje del PBI)



Fuente: RYCIT, UNESCO, MISTI-OECD. CEPAL. Elaboración propia.

En resumen, las recomendaciones de política para la promoción del avance tecnológico son la formación de recursos humanos para la investigación, el fortalecimiento de instituciones que incentiven la inversión en I&D, y la promoción de fuentes de financiamiento para I&D. Un tema trascendental en el fomento de la investigación en ciencias aplicadas y el desarrollo es la generación de fuentes de financiamiento e instituciones que contribuyan con este objetivo. Este objetivo es afín al fortalecimiento del mercado de capitales para promover la inversión en capital físico, capital humano e investigación y desarrollo.

## Fortalecer las instituciones

El crecimiento se verá favorecido si las instituciones fomentan el avance tecnológico y la acumulación de conocimiento. Esta es la principal justificación de los derechos de propiedad intelectual. Reconocer la importancia del marco institucional en el crecimiento implica aceptar la importancia de la intervención estatal asegurando el cumplimiento de los acuerdos, contratos, derechos de propiedad y regulación del funcionamiento de los mercados cuando existen fallas de mercado evidentes.

En este sentido, es fundamental establecer derechos de propiedad bien definidos, fomentar el ejercicio efectivo de estos derechos por parte de la ciudadanía y fortalecer las leyes que protejan estos derechos. Naturalmente, estos avances son difíciles de lograr si no se cuenta con un Estado sólido que combata firmemente la corrupción y garantice la autonomía del poder judicial para brindar mayor confianza a los inversionistas. Asimismo, es necesario desarrollar eficazmente un sistema de patentes y de propiedad intelectual para estimular la investigación. El desarrollo eficaz del sistema de protección de la propiedad intelectual implica conceder los derechos por un período razonable y asegurar que este sistema no sea contrario a los objetivos de promoción del crecimiento, sobre todo en el caso de los países en desarrollo.

### EVIDENCIA EMPÍRICA SOBRE PROPIEDAD INTELECTUAL

Aghion, Harris, Howitt y Vickers (2001) encontraron que una fuerte protección a las patentes puede, en algunos casos, reducir el cambio tecnológico a través de un «efecto composición». La rama schumpeteriana de la teoría del crecimiento endógeno sostiene que los incentivos para innovar son mayores en una industria competitiva donde las firmas no perciben beneficios extraordinarios, pues los beneficios monopólicos que ganaría la firma líder es el incentivo que impulsa la inversión en innovación. Para que la industria sea competitiva, es necesario que las firmas cuenten con niveles similares de tecnología. Si los derechos de propiedad intelectual no son lo suficientemente fuertes, de modo que cierto grado de imitación es posible en la industria, luego de que una firma innove, el resto de firmas podrá imitar la innovación y la competencia seguirá siendo intensa en la industria, de modo que los incentivos a la innovación seguirán presentes (Howitt 2004: 11).

Por su parte, Grossman y Helpman (1991) demostraron que el fortalecimiento del sistema internacional de patentes en el hemisferio sur puede debilitar los incentivos a invertir en I&D en el hemisferio norte. Por lo general, nuevos productos son inventados en el hemisferio norte y luego son copiados en el sur. Posteriormente, en el norte se crea una nueva generación de productos y el ciclo empieza nuevamente. En este caso, dificultar la imitación mediante sistemas de patentes más rígidos reducirá el flujo de imitación pero también reducirá el flujo de innovación. La reducción en la innovación se debe a que, dado que los productos que no pueden ser copiados siguen siendo producidos en el norte, aumentará la demanda por trabajo en la industria por lo que el trabajo ocupado en I&D se trasladará al sector manufacturero (Howitt 2004: 11).

La relación entre la política económica para fortalecer las instituciones y la promoción del crecimiento es un tema fundamental para los países en desarrollo. Como ya se mencionó, las patentes tienen un efecto perjudicial pues bloquean los flujos de conocimientos desde países más avanzados a lo menos desarrollados. Al respecto, Ha Joon Chang sostiene:

[...] El sistema de DPI internacional debería reformarse de un modo que ayudara a los países en vías de desarrollo a ser más productivos permitiéndoles adquirir nuevos conocimientos técnicos a costos razonables. Habría que autorizar a las naciones subdesarrolladas a conceder DPI más débiles: vida de patente más corta, porcentajes de derechos de autor más bajos, (probablemente graduados en función de sus posibilidades para pagar) o comercialización obligatoria e importaciones paralelas más fáciles.

[...] Deberíamos no solo hacer la adquisición de tecnología más fácil para los países en desarrollo sino también ayudarles a desarrollar las competencias para usar y perfeccionar tecnologías más productivas. A tal efecto, podríamos establecer un impuesto internacional sobre derechos de patente y usarlo para proporcionar apoyo tecnológico a las naciones subdesarrolladas. También puede promoverse la causa mediante una modificación del sistema internacional de derechos de autor, que facilita el acceso a los libros académicos (Ha Joon Chang 2008: 167-168).

A pesar del consenso en la literatura acerca de la importancia de fortalecer los incentivos a la innovación y a la inversión en I&D, en la literatura empírica no se ha alcanzado total acuerdo en torno a ese tema. En particular, la versión schumpeteriana de la teoría del crecimiento endógeno sugiere que una mayor protección de la propiedad intelectual no necesariamente promueve más innovación. El canal principal a través del cual opera esta teoría es la relación entre la imitación de las innovaciones y la preservación de la competencia en la industria (Howitt 2004). Sin embargo, de la mano con el establecimiento de derechos de propiedad intelectual, los cuales terminan en la concesión temporal de un monopolio, debe resaltarse la necesidad de la regulación del Estado en los mercados concentrados o poco competitivos.

### **Política de competencia y apertura comercial**

Los modelos de crecimiento endógeno tratados en este capítulo, en particular los modelos de segunda generación, incorporan escenarios de competencia imperfecta en el análisis del crecimiento, debido a la existencia de externalidades, retornos crecientes a escala y sistemas de propiedad intelectual que generan monopolios temporales. Ante esto, surge el llamado *trade-off* schumpeteriano entre la eficiencia estática y la innovación dinámica (Howitt 2004: 9). Este intercambio se refiere a que, si la política de competencia es efectiva en reducir los beneficios de los monopolistas, reducirá además

la recompensa a los innovadores exitosos, desalentando la innovación y reduciendo el crecimiento de la productividad.

Sin embargo, la evidencia empírica señala la existencia de una correlación positiva entre la competencia en productos en el mercado y el crecimiento de la productividad total de factores e innovación dentro de una firma o industria. Asimismo, Porter (1990) sostiene que la competencia en productos es buena para el crecimiento porque obliga a las firmas a innovar para sobrevivir en el mercado (Howitt 2004: 9). Por ejemplo, las grandes compañías automotrices invierten cuantiosas sumas en I&D para mejorar la tecnología y la calidad de sus productos para no desaparecer del mercado. La industria de computadoras y celulares también presentan esta característica. Al respecto Aghion y otros (2001) encuentran evidencia empírica de que, si bien el incremento en la intensidad de la competencia tiende a reducir los beneficios de las firmas innovadoras, tiende a reducir aún más los beneficios de las firmas que no son innovadoras. Por lo tanto, la competencia tiene un efecto positivo sobre la tasa de innovación, pues las firmas buscarán innovar para escapar de la competencia (Howitt 2004: 10).

#### EVIDENCIA EMPÍRICA SOBRE COMPETENCIA

Aghion, Bloom, Blundell, Griffith y Howitt (2003) encontraron evidencia empírica para el sector manufacturero en el Reino Unido, que sostiene que la competencia tiene un efecto no lineal sobre la innovación. Este efecto presenta la forma de una *U* invertida. Es decir, en las industrias donde la competencia es baja, las firmas no tienen incentivos a innovar pues reciben beneficios excepcionales sin necesidad de ser el líder tecnológico. Por otro lado, en industrias donde existe mucha competencia, una vez que una firma se constituye como el líder tecnológico, las otras empresas salen del mercado, pues ya no perciben los beneficios esperados. Ante esta ausencia de competidores potenciales, el líder tecnológico no tiene más incentivos a seguir innovando. Por lo tanto, los autores concluyen que la innovación tiene lugar en un escenario moderado de competencia (Howitt 2004: 10).

Otro aspecto de política ligado a la competencia es el nivel de apertura comercial. La visión a favor de la apertura comercial se ve reforzada por las implicancias de los modelos de crecimiento endógeno. Por un lado, los retornos crecientes a escala en la producción solo pueden ser aprovechados si la extensión del mercado lo permite. Como señaló Adam Smith en 1776, la explicación principal del incremento en la productividad de los trabajadores era la división y especialización del trabajo, aspecto que nace de la necesidad inherente de las personas de intercambiar, y el principal límite para la división del trabajo lo constituye la extensión del mercado.

La apertura comercial permitiría expandir los mercados y aprovechar plenamente los retornos crecientes a escala. «Krugman (1987) sostiene que una mayor apertura externa

aumenta el tamaño del mercado al que pueden dirigirse los exportadores nacionales y aumenta los beneficios de la innovación, por lo que la especialización del país se dirigirá a una producción intensiva en investigación» (Corbo 1996: 173). Grossman y Helpman (1991a) sostienen que la calidad de los insumos afecta positivamente la eficiencia en la producción. Por lo tanto, la libre importación de mejores insumos genera mayor productividad en las firmas internas y así contribuye al crecimiento. Sin embargo, esta relación positiva solo se dará si el país comercia con economías intensivas en investigación (Ang & Madsen 2009: 19).

Ang y Madsen (2009) realizaron un análisis del crecimiento de seis economías del milagro asiático utilizando un modelo de crecimiento endógeno y encontraron que, si bien la literatura empírica resalta la importancia de la importación de conocimiento y tecnología en el crecimiento de los países de la OECD, en el caso de los países asiáticos analizados, las importaciones de conocimiento han tenido mejor importancia en su crecimiento en comparación con los países de la OECD. Los autores señalan: «el crecimiento en los *spillovers* del conocimiento internacional resultó ser inefectivo en aumentar la producción de ideas en los milagros asiáticos. Unido a los hallazgos de la significancia de la inversión doméstica en I&D, este resultado sugiere que las importaciones de conocimiento no juegan un rol tan importante para el despegue económico como la inversión doméstica en I&D» (Ang & Madsen 2009: 20).

La teoría del crecimiento endógeno sugiere un vínculo directo entre la apertura comercial y el crecimiento, mediante el incremento de la tasa de crecimiento de largo plazo. «Grossman y Helpman (1992) y Romer (1986) sugieren que esto puede ocurrir mediante un efecto favorable de la apertura sobre el cambio tecnológico. Por ejemplo, la apertura comercial incrementa la tasa de crecimiento al facilitar el acceso a una mayor variedad de *inputs* importados que incorporan nuevas tecnologías» (Corbo 1996: 173).

Sin embargo, el debate acerca de la apertura comercial como determinante del crecimiento aun no ha terminado. Krugman (1987) resalta que el crecimiento podría disminuir con la apertura, debido al incremento de la competencia externa, o puede aumentar si es que se protege las importaciones y si la protección fomenta la inversión en los sectores intensivos en investigación. Ocampo (1991) señala que la relación directa entre crecimiento y régimen comercial no se cumple necesariamente en todos los períodos y en todos los países analizados (1991: 7).

La nueva teoría también ha enfatizado la importancia de la apertura en el proceso de transferencia tecnológica desde los países más avanzados hacia los menos desarrollados. Por ejemplo, las barreras a la entrada elevan el costo de introducir nueva tecnología por parte de las firmas extranjeras. De este modo, las firmas locales tienen ventaja en el mercado interno y, debido a que su supervivencia en el mercado no es amenazada por firmas con mayor tecnología, no tienen incentivo a invertir en I&D

para mejorar la calidad de sus productos o hacerse más competitivas. Esta reducción en los incentivos para producir conocimiento técnico causa una desaceleración en el crecimiento de la economía. Por lo tanto, un mayor grado de competencia, bajo la forma de barreras a la entrada más bajas, es favorable para el crecimiento económico (Howitt 2004: 9).

Sin embargo, el proceso de transferencia no es automático. Como señala Shaw:

Potencialmente, son las economías menos avanzadas las que ganarían más con la liberalización del comercio internacional dado que así podrían aprovechar el *stock* de conocimiento mundial. Pero los flujos de tecnología desde economías ricas hacia economías pobres no son automáticos (véase por ejemplo Lucas 1990) lo cual resalta el rol de las corporaciones multinacionales y cómo responden a los incentivos para la transferencia tecnológica (Shaw 1992: 618).

#### COMPARACIÓN ENTRE AMÉRICA LATINA Y EL ESTE ASIÁTICO

Easterly (1994) realiza una comparación en los indicadores de crecimiento entre América Latina y el este asiático.

Easterly obtiene que, a pesar de que ambas regiones partieron de un mismo nivel de PBI per cápita en 1965, en 1989 había surgido un gran abismo entre ambas, siendo el nivel de renta per cápita del este asiático más del doble del alcanzado en América Latina. Entre las variables de política que consideró, las variables con mayor poder explicativo de las diferencias en los niveles de PBI per cápita fueron la diferencia en el nivel de distorsiones de precios, el grado de profundidad financiera, el déficit presupuestario, la inestabilidad política y la tasa de escolarización (Corbo 1996: 181).

Por lo tanto, la política económica debe brindar los incentivos para las compañías que pueden efectuar la transferencia de tecnología. Estos incentivos implican una serie de medidas ya mencionadas, desde el fortalecimiento de los mercados de capitales y el mercado interno, establecimiento de un marco institucional sólido, mantenimiento de la estabilidad macroeconómica y política, y políticas de competencia, evitando las distorsiones en los precios relativos de la economía.

### Política social y acumulación de capital humano

La teoría del crecimiento endógeno resalta la importancia del *stock* de capital humano en la economía. El capital humano puede entenderse como la acumulación de un *stock* de activos de educación que contribuyen a incrementar la productividad de los trabajadores. La relevancia que la nueva teoría del crecimiento otorga al capital humano

como factor de producción es uno de los puntos de confluencia entre la teoría del crecimiento económico (generalmente enfocada en el crecimiento del producto) y la teoría del desarrollo (enfocada en el bienestar de los individuos).

El capital humano incluye aspectos de educación, nutrición y salud, los cuales no solo contribuyen a aumentar la productividad de los trabajadores y las posibilidades de aprendizaje en las futuras generaciones, sino que son también fines en sí mismos, que contribuyen al bienestar y la realización personal de los individuos como seres humanos y no solo como factores de producción. Desde la perspectiva del desarrollo como libertad, la educación, la nutrición y la salud, pero también la participación política, la inclusión social y la seguridad, son elementos básicos para el bienestar de las personas y su desarrollo pleno.

#### DESARROLLO COMO LIBERTAD

A diferencia del crecimiento económico, la noción de desarrollo es por lo general más ambigua. Por un lado, suele asociarse el desarrollo económico con el crecimiento, pues se considera que países con PBI per cápita más altos presentarán un mejor nivel de vida para sus habitantes. Sin embargo, la relación no es totalmente directa. Por ejemplo, países con elevados niveles de desigualdad pueden tener muy buenos indicadores de PBI per cápita, sin embargo, la mayor parte de la población puede hallarse sumida en la pobreza y la exclusión.

El premio Nobel de economía de 1998, Amartya Sen, propone una noción de desarrollo basada en la expansión de las libertades y capacidades humanas. Sen señala:

Es necesario examinar e investigar los fines y medios del desarrollo para comprender mejor el proceso de desarrollo; sencillamente, no es suficiente fijarse como objetivo básico la maximización de la renta o de la riqueza; que como señaló Aristóteles, «no es más que un instrumento para conseguir otro fin». Por esa misma razón, no es sensato concebir el crecimiento económico como un fin en sí mismo. El desarrollo tiene que ocuparse más de mejorar la vida que llevamos y las libertades de que disfrutamos. La expansión de las libertades que tenemos razones para valorar, no solo enriquece nuestra vida y libera de restricciones, sino que también nos permite ser personas sociales más plenas, que ejercen su propia voluntad e interactúan con —e influyen en— el mundo en el que viven (Sen 2000: 30-31).

De este modo, la acumulación del capital humano es un concepto mucho más amplio que el entrenamiento y capacitación de la fuerza laboral. Históricamente, ha existido cierto recelo en considerar a las personas como capital, como señala Schultz en su artículo «Investment in Human Capital» de 1961:

Nada menos que J.S. Mill una vez insistió en que las personas de un país no debían ser consideradas riqueza pues la riqueza existe solo para beneficiar a las personas.

Pero seguramente Mill estaba equivocado, no hay nada en el concepto de capital humano contrario a su idea de que existe solo para beneficiar a las personas. Invertiendo en ellas mismas, las personas pueden ampliar el rango de opciones disponibles para ellas. Una forma de liberar a los hombres es ampliando su bienestar (Schultz 1961: 2).

Schultz resalta que la inversión privada en capital humano es muchas veces confundida con el consumo (1961: 1). El gasto en consumo por parte de las familias puede dividirse en tres categorías:

- Consumo puro: gastos que solamente satisfacen las preferencias de los consumidores y no contribuyen a la expansión de capacidades de las personas.
- Inversión pura: gastos que expanden y refuerzan las capacidades de los agentes aun sin satisfacer las preferencias de los agentes.
- Consumo e inversión parciales: gastos que satisfacen las preferencias del consumidor y al mismo tiempo contribuyen a la expansión de capacidades.

Según Schultz (1961: 8) la mayor parte de los gastos realizados por las familias pueden incluirse en la tercera categoría. Dentro de los gastos que contribuyen a la expansión de capacidades, se halla el gasto en salud (en el sentido amplio, el cual incluye aspectos nutricionales, de fortaleza física, vestido y seguridad), la educación formal (primaria y secundaria) y el entrenamiento laboral, entre otros. Por lo general el gasto en salud es considerado una inversión pura hasta que cierto umbral es alcanzado. Una vez que se ha pasado dicho umbral, el gasto en alimentos, vestidos y cuidados personales se vuelve consumo puro (Schultz 1961: 9).

Si bien las familias invierten privadamente en capital humano, el gobierno también realiza inversiones en capital humano. La política social involucra la provisión de servicios adecuados de salud, educación, nutrición y apoyo social. Desde un punto de vista económico, la salud y la educación son bienes públicos, y por lo tanto deben ser provistos por el Estado. Desde un punto de vista moral, la provisión de estos servicios por parte del Estado tiene su fundamento en consideraciones de equidad y preservación de los derechos socio-económicos de las personas. La teoría del crecimiento endógeno refuerza estas dos visiones, enfatizando la importancia del capital humano en el crecimiento de largo plazo. En los países desarrollados de Europa, la política social es universal. En los países en vías de desarrollo, este tipo de política suele estar focalizada a la atención de los más pobres (aunque existen problemas de filtraciones de beneficiarios), mientras que la clase media y los estratos sociales más altos por lo general asumen estos gastos de manera privada.

#### EVIDENCIA EMPÍRICA SOBRE CRECIMIENTO Y SALUD

Arora (2001) demostró que las variaciones en el crecimiento de largo plazo están correlacionadas con las variaciones de largo plazo de una variedad de índices de salud de la población para diez países. En términos técnicos, Arora encuentra que las series de crecimiento y salud son series de tiempo cointegradas. Incluso los resultados hallados le permiten concluir que la relación de causalidad va de los indicadores de salud a los indicadores de crecimiento (Howitt 2004: 7).

Howitt (2004: 7) menciona algunos argumentos que subrayan la importancia de la salud de la población en el crecimiento, a través de sus vínculos con la educación, la acumulación de capital humano y la productividad de la fuerza laboral:

- Trabajadores más saludables son más productivos.
- Una mayor esperanza de vida brinda mayores incentivos para que las personas se eduquen más, con lo cual se incrementa el *stock* de capital humano.
- Los cuidados de salud en la niñez mejoran la capacidad de aprendizaje de las personas, generando un mayor *stock* de capital humano efectivo.
- Los cuidados en la niñez hacen a las personas más creativas, innovadoras y con mayores habilidades para adaptarse a entornos cambiantes debido al rápido cambio tecnológico.
- La focalización de los cuidados de salud en las personas menos favorecidas de la sociedad contribuye a disminuir el grado de desigualdad social.

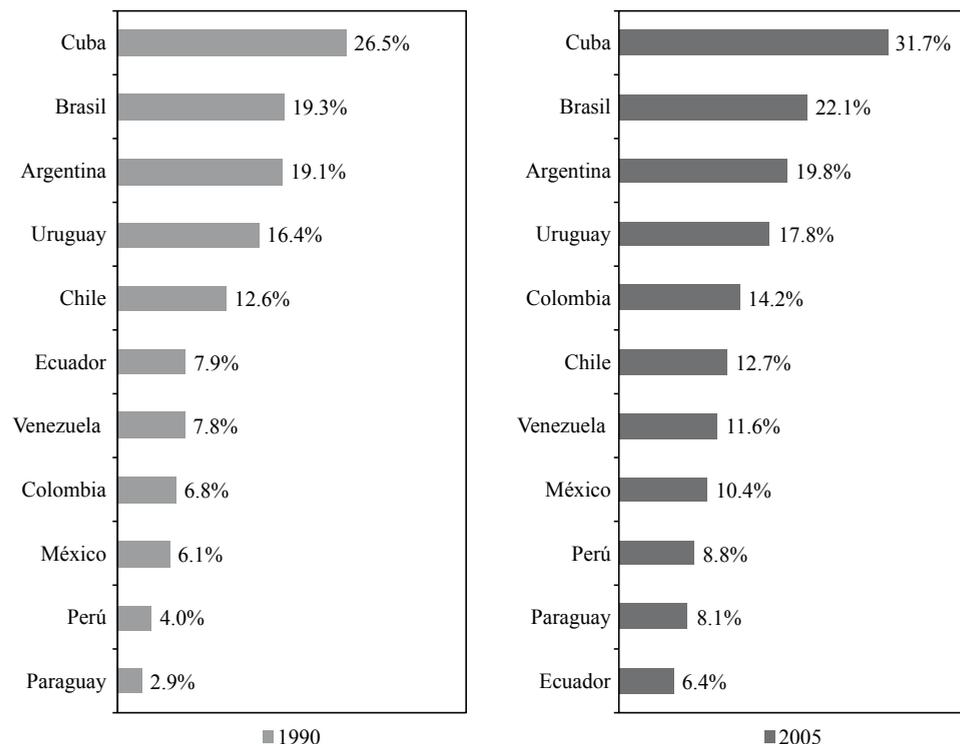
#### DESEMPLEO Y CAPITAL HUMANO

El desempleo disminuye el rendimiento de la inversión en capital humano pues hace que este se deteriore en el período en el cual no está participando en el proceso de producción (Schultz 1961: 13). Además, el desempleo prolongado daña la autoestima de los trabajadores desempleados y reduce los incentivos de los jóvenes para invertir en mayores niveles de educación.

Al respecto cabe resaltar que el Perú es uno de los países con menor gasto social en la región (véase gráfico 5.14). Según los datos de la CEPAL, en 1990, el gasto público social, el cual incluye los sectores de educación, salud, seguridad social y vivienda, representaba 4% del PBI en el Perú. En 2005, este porcentaje aumentó a 8.8% del PBI. Sin embargo, se encuentra muy por debajo de la media de los países presentados en

el cuadro 5.4 (15%). De este monto, en 2005, 3% se destinaba al sector educación y 1.5% a salud (véase cuadro 5.4). Cabe resaltar que, en relación a los países presentados en el cuadro 5.4, el Perú se halla por debajo de la media en ambos sectores.

**Gráfico 5.14**  
**América Latina: Gasto público social\***  
(Porcentaje del PBI)



Fuente: CEPAL. Elaboración propia.

\*El gasto público social incluye los sectores de educación, salud, seguridad social y vivienda.

Por lo tanto, la política económica que busca promover la acumulación de capital humano implica invertir en educación, en salud y nutrición. Esta mayor inversión en gasto social debe estar enfocada en ampliar la cobertura de los servicios públicos y a la vez mejorar su calidad. Asimismo, se debe mejorar la educación y la capacitación de científicos e ingenieros, creando fuentes de financiamiento para la educación superior y especializada.

**Cuadro 5.4**  
**Gasto público social en América Latina 2005**  
 (Porcentaje del PBI)

|           | Educación | Salud | Total  |
|-----------|-----------|-------|--------|
| Argentina | 4.76%     | 4.50% | 19.81% |
| Bolivia   | 7.21%     | 3.40% | 18.39% |
| Brasil    | 4.55%     | 4.58% | 22.14% |
| Chile     | 3.36%     | 2.77% | 12.72% |
| Colombia  | 3.76%     | 2.24% | 14.18% |
| Cuba      | 13.46%    | 6.86% | 31.72% |
| Ecuador   | 2.59%     | 1.21% | 6.38%  |
| México    | 3.84%     | 2.67% | 10.39% |
| Paraguay  | 3.94%     | 1.14% | 8.12%  |
| Perú      | 3.06%     | 1.52% | 8.84%  |
| Uruguay   | 3.23%     | 1.75% | 17.79% |
| Venezuela | 4.66%     | 1.64% | 11.57% |

Fuente: CEPAL.

\*El gasto público social incluye los sectores de educación, salud, seguridad social y vivienda.

### Política económica en países en desarrollo

Al dejar de lado las consideraciones acerca de la convergencia, los modelos de la nueva teoría enfatizan la importancia de la «situación inicial de cada territorio, en tanto condicionante de su potencial endógeno» (De Mattos 1999: 194). Por lo tanto, para analizar una política para un territorio en particular, es necesario evaluar la «potencialidad de su situación inicial e identificar las condiciones y mecanismos que podrían favorecer en mayor grado las inversiones requeridas para que allí se produzca un incremento efectivo de los *stocks* de los factores acumulables» (De Mattos 1999: 195).

Por ejemplo, los países en vías de desarrollo enfrentan dificultades para incrementar la acumulación de capital físico, pues resultan menos atractivos para los capitales. Por ejemplo, el riesgo país es un indicador muy utilizado por las compañías para decidir dónde establecer sus inversiones. Empíricamente, esta situación se refleja en una concentración del capital y las inversiones en los territorios más desarrollados, mientras que los países más pobres continúan sumidos en el subdesarrollo.

Ante esto, De Mattos señala:

[...] una política orientada a establecer las condiciones para promover el crecimiento endógeno de un territorio de menor desarrollo debe proponerse ante todo mejorar una atractividad que no solamente depende de aquellos factores que habitualmente favorecen a estos territorios (como, por ejemplo, menor costo de la mano de obra o disponibilidad de recursos naturales), sino también de otros en los que normalmente no presentan ventajas comparativas (tales como calificación de la fuerza de trabajo, calidad y densidad del tejido industrial, disponibilidad de modernas infraestructuras de transportes y telecomunicaciones, existencia de mercados de capitales consolidados, etc.) (De Mattos 1999: 197).

Sin embargo, el autor reconoce que la gestión orientada a incrementar los niveles de acumulación en los países menos desarrollados tiene poca capacidad para alcanzar estos objetivos. Incluso, las medidas desesperadas que se adoptan en estos países llevan a una competencia entre ellos por atraer a empresas que pueden ofrecer pocas ventajas a cambio de todos los beneficios que reciben (De Mattos 1999: 198).

Por otro lado, en cuanto a la acumulación de capital humano y de conocimientos, en el caso de los países en vías de desarrollo, deben considerarse las «condiciones en que se desenvuelven los procesos de reproducción de las estructuras sociales y las posibilidades de alterarlas». Es decir, es necesario analizar las características sociales y culturales. Las diferencias en estos aspectos generan diferencias en las dotaciones de capital económico y capital cultural. Este proceso se retroalimenta, de tal forma que las diferencias se mantienen y la estructura social se perpetúa. Mientras estas diferencias, dentro de cada país, se reproduzcan, la brecha entre los países más desarrollados y los menos desarrollados persistirá. Las estrategias para solucionar estos problemas implicarían modificar las estrategias familiares, seguidas con el objeto de mantener su estatus social y el funcionamiento del sistema escolar, el cual separa a las personas que heredan cierto capital cultural, de aquellas que nacieron sin él. Sin embargo, estos cambios implican la corrección de deficiencias estructurales forjadas a lo largo de procesos históricos, por lo que el cambio solo se constatará en el largo plazo (De Mattos 1999: 199).

De Mattos resalta:

El hecho de que a menor dotación inicial de capital humano, menor posibilidad de incrementarlo, está en la base de la operación de un poderoso mecanismo de retroalimentación, difícil de neutralizar. A ello debe agregarse que, para mejorar el nivel de formación de los habitantes de un territorio rezagado, se necesita contar con recursos económicos para educación mayores que los que requiere uno más desarrollado y, sin embargo, justamente debido a su menor desarrollo relativo, difícilmente podrá siquiera equipararlos (1999: 199-200).

Finalmente, en cuanto a la acumulación de conocimientos técnicos, la situación inicial de los países en desarrollo es una de las principales limitaciones para su desarrollo tecnológico, pues el principal factor para desarrollar tecnología es el nivel tecnológico previamente alcanzado. Este hecho se agrava por la tendencia de los flujos de capital a concentrarse en las áreas ricas en conocimientos técnicos. Además, las empresas y el sector público en los países en desarrollo no pueden asignar montos significativos a la inversión en I&D, a diferencia de los países desarrollados (De Mattos 1999: 200).

#### EL CASO DE AMÉRICA LATINA

El trabajo de Corbo (1996) realiza un análisis acerca de la política económica en América Latina:

En primer lugar, las políticas económicas afectan directamente al crecimiento a través de las dinámicas transicionales de los procesos de crecimiento e indirectamente a través de sus efectos sobre las tasas de inversión. En segundo lugar, la variación en los términos de intercambio ha tenido un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento del PBI per cápita real. En tercer lugar, las variables de capital humano tienen un efecto positivo sobre el crecimiento, tanto a través de la ecuación de crecimiento como a través de una mayor tasa de inversión. Este resultado muestra que la política pública tiene un papel importante a la hora de promover el crecimiento al elevar la base de capital humano. Esto último podría lograrse proporcionando directamente capital humano a los grupos de la población con menores ingresos y mediante la creación de un entorno que favoreciese la acumulación de capital humano por parte de los agentes individuales. En cuarto lugar, y controlando otros factores, la proporción de gasto público sobre el PBI tiene un efecto negativo sobre el crecimiento y sobre las tasas de inversión. En quinto lugar, la inestabilidad política tiene un efecto negativo sobre el crecimiento a través de menores tasas de inversión (Corbo 1996: 187).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABRAMOVITZ, Moses

1952 «Economics of Growth». En Bernard F. Haley (Ed.), *A Survey of Contemporary Economics* (pp. 132-182). Homewood: Richard D. Irwin.

AGHION, Philippe, Christopher HARRIS, Peter HOWITT & John VICKERS

2001 «Competition, Imitation and Growth with Step-By-Step Innovation». *Review of Economic Studies* 68, pp. 467-492.

AGHION, Philippe & Peter HOWITT

1992 «A Model of Growth Through Creative Destruction». *Econometrica* 60, pp. 323-353.

1997 *Endogenous Growth Theory*. Cambridge: The MIT Press.

1998 «Market Structure and the Growth Process». *Review of Economic Dynamics* 1(1), pp. 276-305.

ALLEN, Roy George DOUGLAS

1970 *Teoría macroeconómica: consideración matemática*. Madrid: Aguilar.

ANG, James & Jakob MADSEN

2009 «Can Second-Generation Endogenous Growth Models Explain the Productivity Trends and Knowledge Production in the Asian Miracle Economies?». Documento de trabajo 01/10. Department of Economics. Monash University.

ARORA, Suchit

2001 «Health, Human Productivity and Long Term Economic Growth». *Journal of Economic History* 61, pp. 699-749.

ARROW, Kenneth

1959 «Economic Welfare and the Allocation of Resources to Invention». Documento P-1856-RC. Santa Mónica (CA): The Rand Corporation.

1962 «The Economic Implications of Learning by Doing». *Review of Economic Studies* 29(3), pp. 155-173.

BARDHAN, Pranab

1993 «Economics of Development and the Development of Economics». *Journal of Economics Perspectives* 7(2), pp. 129-142.

BARRO, Robert

1990 [1988] «Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth». *Journal of Political Economy* 98(5), pp. 103-125.

1991 «Economic Growth in a Cross Section of Countries». NBER Working Papers 3120. National Bureau of Economic Research.

1998 «Notes on Growth Accounting». Documento de trabajo 6654. Cambridge (MA): National Bureau of Economic Research.

- BARRO, Robert & Xavier SALA-I-MARTIN  
 1995 *Economic Growth*. Boston: McGraw-Hill.
- BENABOU, Roland  
 1996 «Equity and Efficiency in Human Capital Investment: The Local Connection». *Review of Economic Studies* 63, pp. 237-264.
- BHADURI, Amit  
 2006 «Endogenous Economic Growth: A New Approach». *Cambridge Journal of Economics* 30, pp. 69-83.
- CESARATTO, Sergio  
 1999 «Saving and Economic Growth in Neoclassical Theory». *Cambridge Journal of Economics* 23(6), pp. 771-793.
- CORBO, Vittorio  
 1996 «Viejas y nuevas teorías del crecimiento: algunas ilustraciones para América Latina y Asia Oriental». En Mauricio Cárdenas (Coord.), *El crecimiento económico en América Latina, teoría y práctica*. Bogotá: Tercer Mundo Editores – Fedesarrollo.
- DE MATTOS, Carlos  
 1999 «Teorías del crecimiento endógeno: lectura desde los territorios de la periferia». *Estudios Avanzados* 13(36), pp. 183-208.
- DUTT, Amitava Krishna  
 2003 «New Growth Theory, Effective Demand and Post-Keynesian Dynamics». En Neri Salvadori (Ed.), *Old and New Growth Theories: An Assessment* (pp. 67-100). Cheltenham: Edward Elgar.
- EASTERLY, William  
 1994 «Surprises, Policies and Economic Growth». Ponencia presentada en *Latin America Growth Conference* (27-28 de junio). Bogotá.
- FERNÁNDEZ, Roxana  
 2007 «Estructura de mercado e innovaciones tecnológicas: Revisión Bibliográfica». Documento de trabajo. Subgerencia de Investigación. Gerencia de Políticas Regulatorias de OSIPTEL.
- FRANKEL, Marvin  
 1962 «The Production Function in Allocation and Growth: A Synthesis». *American Economic Review* 52, pp. 995-1022.
- GERSCHENKRON, Alexander  
 1952 «Economic Backwardness in Historical Perspective». En Bert Hoselitz (Ed.), *The Progress of Underdeveloped Areas* (pp. 3-29). Chicago: Chicago Press.

- GILBERT, Richard & David NEWBERRY  
 1982 «Preemptive Patenting and the Persistence Of Monopoly». *American Economic Review* 72(2), pp. 514-526.
- GROSSMAN, Gene & Elhanan HELPMAN  
 1991 *Innovation and Growth*. Cambridge: The MIT Press.  
 1991a «Quality ladders in the theory of growth». *Review of Economic Studies* 58(1), pp. 43-61.  
 1991b «Trade, Knowledge Spillovers, and Growth». *European Economic Review* 35(2-3), pp. 517-526.
- CHANG, Ha-Joon  
 2008 [2007] *Qué fue del buen samaritano. Naciones ricas, políticas pobres*. Barcelona: Intermón Oxfam.
- HILGARD, Ernest  
 1966 *Teorías del Aprendizaje* (2ª ed.). México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- HOWITT, Peter  
 2004 «Endogenous Growth, Productivity and Economic Policy: A Progress Report». *International productivity monitor* 8, pp. 3-15.
- HUSSEIN, Khaled & Anthony Thirlwall  
 2000 «The AK Model of “New” Growth Theory is the Harrod-Domar Growth Equation: Investment and Growth Revisited». *Journal of Post Keynesian Economics* 22(3), pp. 427-435.
- JAFFE, Adam & Josh Lerner  
 2004 *Innovation and Its Discontents: How Our Broken Patent System is Endangering Innovation and Progress, and What to Do About It*. Nueva Jersey: Princeton University Press.
- JONES, Charles  
 1995 «R&D-Based Models of Economic Growth». *Journal of Political Economy* 103, pp. 759-784.  
 2001 «Population and Ideas: A Theory of Endogenous Growth». Documento de trabajo 97018. Department of Economics. Stanford University.  
 2002 *Introduction to Economic Growth* (2ª ed.). Nueva York: W.W. Norton & Company.
- KALDOR, Nicholas  
 1989 [1966] «Causes of the Slow Rate of Economic Growth in the UK». En Ferdinando Targetti y Anthony P. Thirlwall (Eds.), *The Essential Kaldor*. Londres: Duckworth.
- KATZ, Michael & Carl Shapiro.  
 1987 «R and D Rivalry With Licensing or Imitation». *The American Economic Review* 77(3), pp. 402-420.

- KING, Robert & Ross LEVINE  
 1993 «Finance and Growth: Schumpeter Might Be Right». *The Quarterly Journal of Economics* 108(3), pp. 717-737.
- KOCHERLAKOTA, Narayana & Kei-Mu Yi  
 1997 «Is There Endogenous Long Run Growth? Evidence From the United States and The United Kingdom». *Journal of Money, Credit and Banking* 29, pp. 235-262.
- KRUGMAN, Paul  
 1987 «Is Free Trade Passé». *Economics Perspectives* 1(2), pp. 131-144.
- KURZ, Heinz & Neri Salvadori  
 2003 «Endogenous Growth Models and the Classical Tradition». En Heinz Kurz y Neri Salvadori (Eds.), *Understanding Classical Economics. Studies in Long-Period Theory* (pp. 66-89). Nueva York: Routledge.
- LINGENS, Joerg  
 2005 «Policy Implications of Endogenous Growth Models: A Note». *Economics Bulletin* 15(13), pp. 1-7
- LUCAS, Robert  
 1988 «On the Mechanics of Economic Development». *Journal of Monetary Economics* 22, pp. 3-42.  
 1990 «Why Doesn't Capital Flow From Rich to Poor Countries». *American Economic Review* 80(2), pp. 92-96.
- MANKIW, Gregory, David ROMER & David WEIL  
 1992 «A Contribution to the Empirics of Economic Growth». *The Quarterly Journal of Economics* 107(2), pp. 407-437.
- MARSHALL, Alfred  
 1957 [1890] *Principios de economía*. Madrid: Aguilar.
- MEDINA-SMITH, Emilio  
 1996 «Crecimiento endógeno: Una breve aproximación histórica». *Revista FACES* 6(13), pp. 92-115.
- MICHEL, Philippe & Jules NYSSSEN.  
 1998 «On Knowledge Diffusion, Patents Lifetime and Innovation Based Endogenous Growth». *Annales d'Économie et de Statistique* 49-50, pp. 77-103.
- NEDOMLELOVÁ, Iva  
 1982 «Critical View on the Contribution of Endogenous Growth Theory». Technical University of Liberec. Mimeo.
- NELL, Edward  
 1982 «Growth, Distribution and Inflation». *Journal of Post Keynesian Economics* 5(1), pp. 105-113.

- NELSON, Richard  
 1997 «How New Is New Growth Theory?». *Challenge* 40(5), pp. 29-58.
- NORTH, Douglass  
 1990 *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.  
 1995 *El marco institucional para el desarrollo económico: gran charla magisterial del profesor Douglas North*. Lima: APOYO – Banco Interandino.
- OCAMPO, José Antonio  
 1991 «Las nuevas teorías del comercio internacional y los países en vías de desarrollo». *Pensamiento Iberoamericano* 20, pp. 193-214.
- PORTER, Michael  
 1990 *The Competitive Advantage of Nations*. Nueva York: The Free Press.
- REBELO, Sergio  
 1991 «Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth». *Journal of Political Economy* 99, pp. 500-521.
- ROMER, David  
 2001 *Advanced Macroeconomics*. Nueva York: McGraw Hill.
- ROMER, Paul  
 1986 «Increasing Returns and Long-Run Growth». *Journal of Political Economy* 94, pp. 1002-1037.  
 1987 «Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization». *American Economic Review* 77(2), pp. 56-62.  
 1989 «Capital Accumulation in the Theory of Long Run Growth». Documento de trabajo 123. Rochester Center for Economic Research.  
 1990 «Endogenous Technological Change». *Journal of Political Economy* 98, pp. S71-S102.  
 1994 «The Origins of Endogenous Growth». *The Journal of Economic Perspectives* 8(1), pp. 3-22.
- ROSEN, Sherwin  
 1976 «A Theory of Life Earnings». *Journal of Political Economy* 84(4), pp. S45-S67.
- SALA-I-MARTIN, Xavier  
 2000 *Apuntes de crecimiento económico*. Barcelona: Antoni Bosch.  
 2002 «La nueva economía del crecimiento: ¿Qué hemos aprendido en quince años?». *Economía Chilena* 5(2), pp.5-15.
- SCHUMPETER, Joseph  
 1971 [1942] *Capitalismo, socialismo y democracia*. Madrid: Aguilar.

- SEN, Amartya  
 2000 *Desarrollo y libertad*. Buenos Aires: Planeta.
- SHAW, Graham  
 1992 «Policy Implications of Endogenous Growth Theory». *The Economic Journal* 102(412), pp. 611-621.
- SHELL, Karl  
 1966 «Toward a Theory of Inventive Activity and Capital Accumulation». *American Economic Review* 56, pp. 62-68.
- SHESHINSKI, Eytan  
 1967 «Optimal Accumulation with Learning By Doing». En Karl Shell (Ed.), *Essays on the Theory of Optimal Growth* (pp. 31-52). Cambridge (MA): MIT Press.
- SMITH, Adam  
 1958 [1776] *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. México D.F.: Fondo de Cultura Económico.
- SMITH, R. Todd  
 1996 «Money, Taxes and Endogenous Growth». *Journal of Macroeconomics* 18(3), pp. 449-462.
- SOLOW, Robert  
 1960 «Investment and Technical Progress». En Kenneth Arrow y otros (Eds.), *Mathematical Models in Social Sciences* (pp. 89-104). Stanford: Stanford University Press.  
 1994 «The Origins of Endogenous Growth». *Journal of Economic Perspectives* 8(1), pp. 45-54.
- STIGLITZ, Joseph  
 2002 *La economía del sector público* (3ª ed.). Barcelona : A. Bosch.
- TIROLE, Jean  
 1994 [1988] *The Theory of Industrial Organization* (7ª ed.). Nueva York: The MIT Press.
- UZAWA, Hirofumi  
 1965 «Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth». *International Economic Review* 6, pp. 18-31.
- WE, Gladys  
 1994 «What is Endogenous Growth Theory? A Short Presentation on Paul Romer's Work in the Last Decade». Consulta 07/09/11. Recuperado de <<http://web.archive.org/web/20021017022302/http://thumb.cprost.sfu.ca/~we/misc/endogenous.html>>
- YOUNG, Allyn  
 1928 «Increasing Returns and Economic Progress». *The Economic Journal* 38, pp. 527-542.