

# ACTUALIDAD ECONÓMICA

El crecimiento económico en el modelo de Solow y aplicaciones



# EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN EL MODELO DE SOLOW Y APLICACIONES



Éber Elí Gutiérrez Londoño

Jaime Alberto Rendón Acevedo

Rubén Darío Álvarez García



## ■ RESUMEN

"Las diferencias en los niveles de ingreso real entre países se deben a diferencias en las tasas de crecimiento de sus productos a través de largos períodos de tiempo"<sup>1</sup>.

Dadas estas características, una de las principales preocupaciones de los estudiosos del crecimiento económico y el desarrollo de las economías es la de indagar sobre las características del crecimiento de los diversos países en el contexto internacional, con el ánimo de identificar las principales fuentes o determinantes del crecimiento de las economías y poder responder a interrogantes como los siguientes: ¿Es el crecimiento de un país bajo o alto con respecto al desarrollo de otros países? ¿Qué diferencia a un país del resto en términos de crecimiento económico? y ¿cuál es la perspectiva de largo plazo de una economía si mantiene una determinada tasa de crecimiento de su producto?

Las fuentes del crecimiento son el tema de un gran debate, todavía en curso. Una de las conclusiones fundamentales del modelo elaborado por Solow-Swan es que en un régimen transitorio, se observa una correlación entre tasa de inversión y tasa de crecimiento, mientras que la tasa de crecimiento de largo plazo no depende de la tasa de inversión.

## ■ ABSTRACT

"The differences in the levels of real income among countries are due to differences in the growth rate of their products throughout great periods of time".

Given these characteristics, one of the scholars' main concerns over the economical growth and the development of economy lies in researching over the characteristics of growth throughout different countries within the international context, in order to identify the main resources or determinants of the economies' growth and thus to be able to respond to questions such as: Is one country's growth low or high in relation to the development of other countries? What distinguishes a country from the rest in terms of economical growth? And what is the perspective, on the long run, of an economy if it maintains a determined growth rate of its product?

The resources of growth are the issue of a great debate which is still under way. One of the basic conclusions of the model elaborated by Solow-Swan is that in a transitory regime we can observe a correlation between investment rate and growth rate, while on the long run, the growth rate does not depend on the investment rate.

## I. INTRODUCCIÓN

Si observa el PIB o PNB de un conjunto de países, para una década o más, la tendencia es positiva, a pesar de que puedan sufrir caídas transitorias del producto e incluso recesiones agudas y sostenidas durante un ciclo económico. Esto significa que la mayor parte de las economías experimentan crecimiento económico, si realizamos un análisis retrospectivo de la actividad económica durante períodos largos (por ejemplo durante varias décadas), las fluctuaciones pierden importancia y sobresale el crecimiento, que es el crecimiento continuo de la producción agregada con el paso del tiempo.

Como se puede observar en la tabla 1, para 1950 México, Brasil, Japón y los países del este asiático (Corea del Sur, Tai-

wan, Hong Kong y Singapur) tenían un ingreso per cápita más bajo que Colombia, y en el período 1950-1973 crecieron tan rápido que para este último año todos, excepto Corea del Sur, superaban el ingreso per cápita de Colombia. De acuerdo con las tasas de crecimiento y los niveles de ingreso per cápita para el segundo período (1973-1992) la mayoría de países considerados en el cuadro avanzaron más rápido que Colombia, para lo cual influyeron, no solamente el nivel de ingresos inicial, sino también los niveles iniciales de educación, infraestructura, desarrollo institucional y grado de apertura, entre otros.

El tema del crecimiento económico se ha convertido en una de las principales pre-

**Tabla 1.** Tasas de crecimiento del PIB per cápita  
(Dólares internacionales de 1990\* y porcentajes por año)  
Ordenados ascendentemente por ingreso inicial

1950 – 1973			1973 – 1996		
PAÍSES	Ingreso inicial	Crecimiento	PAÍSES	Ingreso inicial	Crecimiento
China	537	2.1	China	839	5.4
Corea del Sur	876	5.2	Corea del Sur	2,840	6.8
Taiwan	922	6.2	Colombia**	3,539	1.9
Brasil	1,673	3.8	Taiwan	3,669	6.1
Japón	1,873	8.0	Brasil**	3,913	0.9
Hong Kong	1,962	5.5	México**	4,189	1.1
Singapur	2,038	4.3	Chile**	5,028	1.9
México	2,085	3.1	Singapur	5,412	6.1
Colombia	2,089	2.3	Hong Kong	6,768	5.1
Italia	3,425	5.0	Noruega	10,229	3.4
Chile	3,827	1.2	Italia	10,409	2.1
Alemania	4,281	5.0	Japón	11,017	2.5
Francia	5,221	4.0	Bélgica	11,905	1.8
Bélgica	5,346	3.5	Gran Bretaña	11,992	1.6
Noruega	5,403	3.2	Holanda	12,763	1.6
Holanda	5,850	3.1	Francia	12,940	1.5
Dinamarca	6,683	3.1	Alemania	13,152	1.8
Suecia	6,738	3.1	Dinamarca	13,416	1.7
Gran Bretaña	6,847	2.5	Suecia	13,494	1.2
Suiza	8,939	3.1	Estados Unidos	16,607	1.6
Estados Unidos	9,573	2.4	Suiza	17,953	0.5

Fuente: Crafts (1999) basado en Maddison (1995).  
\* Se refiere a dólares constantes de 1990 corregidos por paridad de poder de compra para cada país.  
\*\* Para Chile, Brasil, Colombia y México los datos con la metodología de Maddison se encuentran hasta 1992.

Fuente: Tomada de Greco (1999), pp. 10.

ocupaciones en los dos últimos siglos, tanto para las autoridades económicas de los países como para los estudiosos de la economía, dado que se hizo general la idea de que para lograr un mayor nivel de vida de los pobladores de un país es necesario lograr un mayor nivel de crecimiento del

producto. Lo anterior tiene sentido dado que la posibilidad de satisfacer las necesidades de una población, que está en crecimiento en forma permanente, es asegurar un crecimiento mayor de los niveles de producción agregada. Quedan implícitos en este proceso de crecimiento dos pro-

blemas que han debido afrontar las economías que buscan un mayor nivel de crecimiento y son: la definición de qué producir y la distribución de esos productos entre los pobladores.

El desarrollo histórico de las economías ha mostrado que "el crecimiento económico es un fenómeno generalizado, que a pesar de los retrocesos (como el que afectó a gran parte del mundo en la década de 1980), dan por sentado que la tendencia a largo plazo de una economía será ascendente"<sup>2</sup>.

La preocupación es común para todos los países, ¿cómo lograr un nivel de crecimiento del producto agregado mayor? A pesar de que todas los países han adoptado una serie de estrategias en este sentido, y de que la mayoría muestra una tendencia de crecimiento sostenido, se observa una gran diferencia en la tasa de crecimiento de un país a otro<sup>3</sup>. "Las diferencias en los niveles de ingreso real entre países se deben a diferencias en las tasas de crecimiento de sus productos a través de largos períodos de tiempo"<sup>4</sup>.

Dadas estas características, una de las principales preocupaciones de los estudiosos del crecimiento económico y del desarrollo de las economías, es la de indagar sobre las características del crecimiento de los diversos países en el con-

texto internacional, con el ánimo de identificar las principales fuentes o determinantes del crecimiento de las economías y poder responder a interrogantes como los siguientes: ¿Es el crecimiento de un país bajo o alto con respecto al desarrollo de otros países? ¿Qué diferencia a un país del resto en términos de crecimiento económico? y ¿cuál es la perspectiva de largo plazo de una economía si mantiene una determinada tasa de crecimiento de su producto?

Las fuentes del crecimiento son el tema de un gran debate, todavía en curso. Uno de los enfoques más utilizados para explicar el proceso de crecimiento de las economías y despejar las incógnitas planteadas es el modelo de Solow-Swan, el cual resalta el papel de la expansión del capital físico por trabajador para explicar los principales aspectos macroeconómicos del crecimiento económico. Las razones para la utilización de este modelo son básicamente dos: la disponibilidad de la información necesaria para otros modelos existentes<sup>5</sup> y la pertinencia dado el nivel de atraso y sencillez de las economías en vía de desarrollo.

## II. EL MODELO DE SOLOW-SWAN

El modelo simple elaborado por Solow-Swan –modelo que sirvió y que sigue sirviendo como marco analítico para el de-

sarrollo de otras investigaciones teóricas que analizan algunas cuestiones abstractas relativas al funcionamiento del sistema económico de mercado-, aún cuando tiene como punto de referencia al modelo de Harrod, modificó la problemática de conjunto: Si el modelo de Harrod es en esencia un modelo de demanda, en el cual el crecimiento es función del consumo o de la inversión, el modelo de Solow-Swan se caracteriza por ser un modelo de Oferta en el cual los problemas de mercado están ausentes, el ahorro es igual a la inversión y además, por hipótesis, la ley de Say es verificada. Antes de pasar a la formalización del modelo de Solow-Swan, cabe hacer mención de que en la literatura sobre crecimiento económico, este modelo se conoce como modelo neoclásico, sin embargo, también es clasificado dentro de la llamada síntesis clásico-keynesiana, y ha sido denominado neoclásico por oposición al modelo neokeynesiano de tipo Harrod.

Las hipótesis retomadas por Solow-Swan de los dos paradigmas antes mencionados son:

- a) Del keynesianismo retoma los aportes relativos al mercado de bienes y al mercado de trabajo. En lo relativo al mercado de Bienes: considera que el ahorro es determinado por el ingreso, es decir, conservó la ley psicológica fundamental de Keynes. La relación estipulada por el paradigma neoclásico entre el ahorro y la tasa de interés es desechada. En lo que respecta al mercado de Trabajo: de manera opuesta a la óptica neoclásica, se supone que la oferta de trabajo es independiente del salario real.
- b) De la escuela Clásica o Neoclásica, retoma dos argumentos que modificarán sustancialmente el funcionamiento previo tanto del modelo de Harrod, como del modelo de Von-Neuman. Por un lado integra las partes de la formalización del equilibrio general de Walras –comportamiento tomador de precios, rendimientos constantes a escala, competencia perfecta- o dicho de otra manera, admite la posibilidad de sustituir continuamente el capital y trabajo: determinada cantidad de producción puede ser obtenida a partir de diferentes combinaciones de capital y trabajo.

Por otro lado, admite la igualdad entre el ahorro y la inversión de manera que el exceso o la insuficiencia de demanda que jugaba un papel fundamental en el modelo de Harrod, aquí se encuentra ausente. Una de las conclusiones fundamentales del modelo elaborado por Solow-Swan es que en un régimen transitorio, se observa una correlación entre tasa de inver-

sión y tasa de crecimiento, mientras que la tasa de crecimiento de largo plazo no depende de la tasa de inversión.

### El modelo formal

El primer supuesto es que la producción está en función del capital, pagando por éste su productividad marginal ( $P_{mgk}$ ). El progreso tecnológico se toma como exógeno. Únicamente se enfoca sobre las variables producción ( $Y$ ), capital ( $K$ ), trabajo ( $L$ ) y conocimiento ( $A$ ), cuya relación funcional se plantea como la siguiente función de producción:

$$Y(t) = F(K(t), A(t)L(t)) \quad (1)$$

Aquí,  $t$  representa el tiempo. Al multiplicar  $A$  por  $L$ , obtenemos una medida de qué tanto se produce con los niveles de trabajo y conocimiento disponibles, en otras palabras, la efectividad del trabajo. Es importante mencionar que la función utilizada se presenta a la Harrod-Neutral. Se espera que eventualmente la razón capital-producto sea uniforme, lo cual simplifica el análisis. La función de producción presenta rendimientos constantes a escala, de lo cual se puede decir que no hay posibilidad de extraer mayores ganancias por especialización. Esto último, permite trabajar con la función en su forma intensiva, es decir, multiplicarla por un escalar tomado de manera que  $c = 1/AL$ ,

y ya que se tienen rendimientos constantes a escala, la función queda como:

$$F(K/AL, 1) = (AL)^{-1}F(K, AL) \quad (2)$$

Esta ecuación, se puede reescribir como sigue:

$$y = f(k) \quad (3)$$

Esto nos indica que la producción por unidad de trabajo efectivo ( $y = Y/AL$ ), está en función del capital por unidad de trabajo efectivo ( $k = K/AL$ ) únicamente, lo que simplifica las cosas, al no depender la producción del tamaño de la economía.

La nueva función de producción efectiva (3) satisface lo siguiente: sin capital, no hay producción, el producto marginal del capital es positivo y la función de producción efectiva es una función cóncava, es decir, permite hacer optimizaciones en sus variables.

Además de lo anterior, la función satisface las llamadas condiciones Inada (1964)  $\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty$ ,  $\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0$ , con lo cual se asegura que existe una ruta de no divergencia.

Una función que permite un alto grado de sustitución entre capital y trabajo es la de Cobb-Douglas, la cual tiene rendimientos constantes a escala y rendimientos marginales decrecientes con respecto a cada factor. La ecuación es la siguiente:

$F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$  (4) y con el escalar propuesto, se encuentra la llamada forma intensiva:

$$F(k) = k^\alpha \quad (5)$$

### Evolución de los insumos

Los factores involucrados en el análisis, se toman como dados,  $L$  crece a una tasa que llamaremos  $n$ , es decir, satisface la ecuación diferencial (3). El conocimiento, a su vez cumple con  $\dot{A}(t) = gA(t)$ . Los escalares  $n$  y  $g$  representan a las tasas de crecimiento de los respectivos factores en el tiempo, los cuales forman parte de la solución correspondiente a cada una de las ecuaciones anteriores, a saber,  $L(t) = L(0)e^{nt}$  para el factor trabajo y  $\dot{A}(t) = A(0)e^{gt}$  para el conocimiento. Como se observa en la solución de ambas ecuaciones, se tiene un comportamiento exponencial.

Tomamos, para el análisis, la producción: ésta se puede desglosar en dos partes, la primera, es el consumo ( $C$ ), la cual es la de mayor peso, la segunda es la inversión ( $sY$ ), tomada como una proporción  $s$  de la producción total. Si tomamos en cuenta que una unidad de producción genera una unidad de capital la cual se deprecia a una tasa  $d$ , además de que el capital cambia en el tiempo conforme se invierta proporcionalmente, entonces, en térmi-

nos formales se puede decir que se obtiene:

$$\dot{K} = sY(t) - \delta K(t)$$

Para ser homogéneos en el análisis, se realiza la misma operación de dividir la ecuación anterior por  $AL$ , lo cual genera el llamado capital por unidad de trabajo efectivo, que llamaremos  $k$ , esto con el fin de tener un panorama más claro del comportamiento del capital en el tiempo. Realizando el álgebra para obtener la ecuación que describa el comportamiento del capital en el tiempo, obtenemos lo siguiente:

$$\dot{k} = sf(k(t)) - (n + g + \delta)k(t) \quad (7)$$

Esta es la ecuación fundamental del modelo de Solow-Swan, Esta ecuación resume el comportamiento que se desea analizar, la cual establece lo siguiente: nos dice que la tasa de cambio del capital ( $\dot{k}$ ) se toma como la diferencia entre la parte proporcional de la producción que es invertida ( $sf(k)$ ) y  $(n + g + \delta)k(t)$ . Este último término representa la cantidad de inversión necesaria para mantener a  $k$  en su nivel existente, o dicho de otra forma el sistema es estable. Cuando este valor es alcanzado, todos los valores absolutos (producción y el stock de capital) crecen a la tasa  $(n + g)$ , la misma que el trabajo efectivo, y por lo tanto, los valores de  $y$ ,  $k$  son estables.



El modelo de crecimiento de Solow-Swan reseñado anteriormente, presenta dos grandes aportes. Por un lado, permite explicar la dinámica transitoria de una economía hacia su estado estacionario: si  $k$  es inferior a  $k^*$ , la productividad marginal del capital es igual a la tasa de interés y esto es superior a la tasa de depreciación efectiva del stock de capital por unidad de trabajo efectivo. De otra forma, el nivel de  $k$  para el cual ni se gana ni se pierde. Si  $sf(k)$  es mayor a  $(n+g+\delta)$ ,  $k$  es en un principio menor que  $k^*$ , de forma que  $k$  toma valores positivos y por lo consiguiente aumenta  $k$ . Por otra parte si  $sf(k)$  es menor a  $(n+g+\delta)$  ocurrirá todo lo contrario. Finalmente  $k^*$  representa el nivel de  $k$  en el estado estacionario. Así, a partir de cualquier ratio capital trabajo efectivo inicial,  $k$  converge hacia  $k^*$ .

Por otra parte, permite deducir indicaciones en términos de distribución del ingreso cuando una economía no se encuentra en el estado estacionario: si el nivel de  $k$  es menor a  $k^*$ , también la productividad marginal del trabajo es igual al salario ( $w$ ), el cual es menor que el salario de equilibrio ( $w^*$ ). Si se admite que se remuneran los factores de acuerdo a su productividad marginal, las conclusiones derivadas en términos de distribución del ingreso son: la rentabilidad del capital debe mejorar (incentivando al alza la in-

versión), la remuneración del trabajo, por su parte, debe provisionalmente mantenerse por debajo de la remuneración que se derivaría en un régimen de crecimiento en estado estacionario.

Ahora, una vez que el rendimiento del capital haya alcanzado un nivel suficiente para que las capacidades de producción necesarias al pleno empleo sean instaladas, la totalidad del excedente derivado de la productividad podrá ser entregada al factor trabajo.

A pesar de las bondades de este modelo, una de las limitantes es, como lo dijo Paul Romer, es que la tasa de crecimiento es exógena y no depende ni del comportamiento de los agentes: (inversión, conocimiento, ahorro), ni del sistema tributario, lo que no es convincente. En lo que atañe al ahorro observemos que cierta tasa es necesaria para alcanzar el estado estacionario, pero una vez alcanzado  $k^*$ , una política en pro del ahorro no tendrá efecto sobre la tasa de crecimiento a largo plazo de la economía.

Otra conclusión paradójica que pronostica este modelo es que, en un marco internacional, bajo la hipótesis de identidad en las preferencias para los agentes de cada país y con la misma tasa de crecimiento demográfico, en términos de rentas per capita, los países pobres termina-

rán por alcanzar a los países ricos. El supuesto de una función de producción agregada al estilo Cobb-Douglas que tiene rendimientos constantes a escala en trabajo y capital físico (y por lo tanto, rendimientos decrecientes en capital e implica, en ausencia de progreso técnico, la reducción del incentivo a ahorrar y por lo consiguiente lleva a que el ritmo de crecimiento descienda gradualmente), es lo que genera la predicción de convergencia en renta per cápita entre países.

En efecto, los hechos observados en los últimos cuarenta años parece desmentir esa predicción del modelo de Solow-Swan, es decir, lo que se observa es una agudización de las diferencias de las rentas per cápita entre países ricos y pobres.

Los límites y las insatisfacciones con este modelo de Solow-Swan que juega un papel de pivote en las teorías de crecimiento motivó la búsqueda de alternativas para paliarlos, dando lugar en la década de los ochenta a un marco explicativo más satisfactorio del fenómeno de crecimiento a saber: las teorías del crecimiento endógeno.

### III. APLICACIONES DEL MODELO DE SOLOW-SWAN

A continuación se describen algunos resultados obtenidos de la estimación de

En efecto, los hechos observados en los últimos cuarenta años parece desmentir esa predicción del modelo de Solow-Swan, es decir, lo que se observa es una agudización de las diferencias de las rentas per cápita entre países ricos y pobres.



este modelo, se incluyeron para la descripción los trabajos de Greco (1999), Hall y Jones (1999) y Sendhadji (2000).

Halls y Jones (1999) observaban que para 1988 el producto por trabajador en Estados Unidos fue 35 veces que el de un trabajador en Nigeria, que en sólo 10 días un trabajador de Estados Unidos producía mucho más de lo que producía un trabajador en Nigeria durante todo un año. Buscando una explicación a estas diferencias tan sustanciales en el desempeño de las economías estimaron para 127 países el siguiente modelo:

$$Y_i = K_i^\alpha (A_i H_i)^{(1-\alpha)}$$

$$H_i = e^{\phi(E)} L_i$$

Donde: el subíndice  $i$  denota cada país considerado en el trabajo, que fueron un total de 127.

$Y$  es el producto

$K$  es el stock de capital físico

- H** es la cantidad de capital humano o fuerza laboral empleada en producción, entrenada y con un cierto número de años en educación, donde **E** es el número de años de educación.
- A** es la eficiencia de la población laboral calculado como un residuo.
- L** Número de trabajadores.

Transformado el modelo y al dividir la función de producción por **L**, tenemos

$$\frac{Y_i}{L_i} = \left( \frac{K_i}{Y_i} \right)^{1-\alpha} \left( \frac{H_i}{L_i} \right) A_i$$

Basados en las estimaciones de este modelo los autores encuentran que las diferencias en capital físico, capital humano y productividad explican, en parte, el porqué algunos países producen más que otros. En la **Tabla 2**, se presentan algunos de los resultados obtenidos para 22 países de los 127 incluidos en el trabajo. Donde se encontró que el producto por trabajador en Colombia sólo representa un 26.4% del de Estados Unidos, aun cuando el trabajador colombiano cuenta con una intensidad de capital del 81.8% en comparación con el norteamericano y un 54.4% del capital humano de este mismo país. Estas diferencias en los factores de producción explican la baja producción por trabajador en Colombia con respecto de Estados Unidos. Para los países en desarrollo considerados en el trabajo las diferencias en productividad son el más

importante factor para explicar las diferencias de producto por trabajador.

Greco (1999) estimó un modelo, en el cual se presenta el producto por trabajador con una función Cobb-Douglas que incluye un parámetro tecnológico (**A**) el cual crece a una tasa constante por período (**g**). Mediante un análisis econométrico obtuvieron la elasticidad de **a** y de la tasa **g**.

$$y_{t+1} = A_t (1 + g)^{(1-\alpha)} k_{t+1}^\alpha$$

Donde:

- y<sub>t</sub>** Es el PIB real dividido por la población económicamente activa.
- A<sub>t</sub>** Parámetro de eficiencia de la población laboral en el momento inicial (t= 0).
- g** Tasa de crecimiento del parámetro **A** de eficiencia laboral.
- α** Elasticidad del producto al capital.
- k<sub>t</sub>** Capital real dividido por la población económicamente activa.

Se encontró que en el período 1925-1981 la elasticidad del producto o al capital, **α**, se mantuvo estable alrededor de 0.42 y la tasa de crecimiento o de la eficiencia laboral (**g**) fue cercana al 2.8% anual. Después de 1983 se observó una alta inestabilidad en estos dos parámetros, lo cual explica que no se encontrara evidencia de cointegración (relación de largo plazo), aun así, los ejercicios con regresiones para 1926-1994 y 1950-1994 permiten estimar **α** y **g** en rangos casi similares aunque con valores medios algo más bajos<sup>6</sup>.

**Tabla 2** Cálculos de productividad medidos con respecto a valores de Estados Unidos

Países	Y/L	Contribución al crecimiento del producto por trabajador de:		
		(K/Y)	H/L	A
Estados Unidos	1.000	1.000	1.000	1.000
Canadá	0.941	1.002	0.908	1.034
Australia	0.843	1.094	0.900	0.856
Bélgica	0.836	1.023	0.836	0.978
Italia	0.834	1.063	0.650	1.207
Alemania	0.818	1.118	0.802	0.912
Francia	0.818	1.091	0.666	1.126
Holanda	0.806	1.060	0.803	0.946
Suecia	0.787	1.029	0.853	0.897
Noruega	0.759	1.196	0.909	0.699
Gran Bretaña	0.727	0.891	0.808	1.011
Dinamarca	0.690	1.082	0.905	0.705
Hong Kong	0.608	0.741	0.735	1.115
Singapur	0.606	1.031	0.545	1.078
Japón	0.587	1.119	0.797	0.658
Taiwan	0.445	0.821	0.699	0.776
México	0.433	0.868	0.538	0.926
Corea del Sur	0.380	0.861	0.761	0.580
Colombia	0.264	0.818	0.544	0.593
Chile	0.263	0.989	0.661	0.403
China	0.060	0.891	0.632	0.106
Promedio de 127 países	0.296	0.853	0.565	0.516
Desviación	0.268	0.234	0.168	0.325
Correlación con Y/L (log)	1.000	0.624	0.798	0.889
Correlación con A (log)	0.889	0.248	0.522	1.000

Fuente: Hall y Jones (1999)

Todos los datos y resultados de este estudio están disponibles en la pagina web <http://stanford.edu/~chadj.html>

**Tabla 3** Resultados de la estimación

PERÍODO	TIPO DE ESTIMACIÓN	PARÁMETROS	
		Alfa	g
1925-1981	Cointegración de Johansen	0.4202	2.77%
1926-1994	Mínimos Cuadrados Restringidos	0.3565	2.24%
1950-1994	Mínimos Cuadrados Restringidos	0.4080	1.56%

Halls y Jones (1999) observaban que para 1988 el producto por trabajador en Estados Unidos fue 35 veces que el de un trabajador en Nigeria, que en sólo 10 días un trabajador de Estados Unidos producía mucho más de lo que producía un trabajador en Nigeria durante todo un año.



Senhadji (2000) realiza un ejercicio, en el cual incluye 88 países en el período 1960-1994, con el ánimo de encontrar la evidencia que le permita explicar las causas de las diferencias en el nivel del Productividad Total de los Factores (Total Factor Productivity). En este ejercicio sobre la contabilidad del crecimiento económico el supuesto de idénticas tecnologías se flexibiliza entre las regiones. Los 88 países incluidos en el estudio se dividen en 6 regiones. Se asume una función de producción idéntica (tecnología similar) para los países de la misma región pero diferentes para los países de distintas regiones.

Senhadji (2000) estima el siguiente modelo:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha (L_t H_t)^{(1-\alpha)}$$

Donde:

- Y** es el crecimiento de la producción doméstica en términos reales
- K** es el stock real de capital físico
- H** es el índice de capital humano.
- A** es la productividad total de los factores.
- L** es el empleo total (o la fuerza laboral si el empleo no está disponible)
- LH** es una medida del grado de calificación del trabajo (la eficiencia del trabajo)
- $\alpha$**  la contribución del factor capital al producto total

Este modelo fue estimado en niveles y con el objetivo de comparar también se estimó este mismo modelo en primera diferencias, para lo cual se logaritizó y se tomaron primeras diferencias, de tal forma que se estimó la siguiente ecuación:

$$\hat{y}_t = \hat{a}_t + \alpha \hat{k}_t + (1 - \alpha)(\hat{l}_t + \hat{h}_t)$$

Donde las variables denotan la tasa de crecimiento de las variables descritas en la anterior ecuación. Esta última ecuación descompone el crecimiento del producto en el crecimiento de la Productividad Total de los Factores, y el promedio de la tasa de crecimiento de los índices de capital físico y el grado de calificación del trabajo.

En la tabla 4 se presentan algunos de los resultados de la estimación de  $\alpha$  para las seis regiones consideradas en el trabajo y Colombia. Como se puede observar, se presentan diferencias significativas cuando el modelo se estima en niveles y en

**Tabla 4.** Promedio de la estimación de función de producción Cobb-Douglas

Regiones	Nro Países	En niveles	En diferencias
Africa Subsahariana	12	0.43	0.50
Norte y Este Medio de Africa	8	0.63	0.54
Este de Asia	7	0.48	0.30
Sur de Asia	5	0.56	0.42
Países Industrializados	20	0.64	0.64
América Latina	14	0.52	0.62
Colombia	1	0.61	0.11
El Mundo	66	0.55	0.53

Fuente: Tomado de Senhadji (2000) pp. 136 y 140

primeras diferencias. Para el caso colombiano, en la estimación en niveles el valor del parámetro está por encima de América Latina y el Mundo; pero para la estimación en primeras diferencias ocurre todo lo contrario.

## CONCLUSIONES

El crecimiento tiene dos vertientes, la mejora eficiente de las estructuras de oferta y el crecimiento debido a motivos exógenos o imprevistos o estocásticos. El primero está relacionado con la concentración de la demanda y la oferta mediante mecanismos de ajuste, algunos automáticos de mercado y otros que deben impulsarse de forma positiva debido a la existencia de fallos de mercado. El segundo está relacionado con cualquier eventualidad perturbadora exógena e imprevista, pero muy particularmente con la existencia de las importantes perturbaciones monetarias que provoca la banca comercial,

con el consiguiente incremento de masa monetaria y los procesos de ilusión económica que incitan a las empresas a invertir por encima de las necesidades reales. La superación del ciclo sólo será posible gracias a la innovación y a la introducción de nuevos descubrimientos.

En este sentido, a pesar de las bondades del modelo Solow-Swan, la limitante es que la tasa de crecimiento es exógena y no depende ni del comportamiento de los agentes: (inversión, conocimiento, ahorro), ni del sistema tributario, lo que no es convincente. En lo que hace referencia al ahorro se observa que cierta tasa es necesaria para alcanzar el estado estacionario, pero una vez alcanzado, una política en pro del ahorro no tendrá efecto sobre la tasa de crecimiento a largo plazo de la economía.

De otra manera, es que en un marco internacional, bajo la hipótesis de identi-

dad en las preferencias para los agentes de cada país y con la misma tasa de crecimiento demográfico, en términos de rentas per cápita, los países pobres terminarán por alcanzar a los países ricos. En efecto, los hechos observados en los últimos cuarenta años parecen desmentir esa predicción del modelo de Solow-Swan, es decir, lo que se observa es una agudización de las diferencias de las rentas per cápita entre países ricos y pobres.

A pesar de las limitaciones descritas para el Modelo de Solow-Swan, sus aplicaciones han encontrado que las diferencias en capital físico, capital humano y productividad explican, en parte, el porqué algunos países producen más que otros o crecen más rápido que otros. Las acentuadas diferencias en las dotaciones de los factores de producción explican la baja producción por trabajador y la productividad en Colombia con respecto a otras economías del mundo. De esta forma si Colombia busca mejorar sus condiciones

de crecimiento económico lo primero que tiene que hacer es aplicar estrategias (políticas) que permitan mejorar la dotación de capital físico y humano. Pero, a su vez, se debe estar conscientes de que la simple dotación de los factores no es condición suficiente para mejorar las condiciones actuales de la economía y que se requiere un proceso simultáneo para buscar el uso más adecuado de los factores de producción, en términos de definir la aplicación que se debe hacer de dichos recursos (tipo de producción) y la eficiencia y eficacia con que se emplee.

Los límites y las insatisfacciones con este modelo de Solow-Swan que juega un papel de pivote en las teorías de crecimiento motivó la búsqueda de alternativas para discutir nuevas alternativas para la discusión del desarrollo, dando lugar en la década de los ochenta a un marco explicativo más satisfactorio del fenómeno de crecimiento a saber: las teorías del crecimiento endógeno.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

1. BLANCHARD, Oliver y PÉREZ ENRRI, Daniel. *Macroeconomía: Teoría y política económica con aplicaciones a América Latina*. Editorial Prentice Hall, Primera edición, Buenos Aires, Argentina, 2000.
2. FROYEN, Richard T. *Macroeconomía: teorías y políticas*. Quinta Edición. Editorial Prentice Hall, México, 1997.
3. GRECO (Grupo de Estudios del Crecimiento Económico Colombiano). "El crecimiento económico colombiano en el Siglo XX: Aspectos globales". Borradores de Economía, publicados por el Banco de la República, No 134 de octubre de 1999, Bogotá, Colombia.

4. HALL, Robert E. y JONES, Charles I. "¿Why Do Some Countries Produce so Much More Output Worker Than Others?". En: The Quaterly Journal of Economics, Febraury 1999, pp.83-116
5. JONES, Charles I. "Sources of U.S. Economic Growth in a World of Ideas", En: The American Economics Riview Vol. 92 No 1, marzo de 2002, p.p. 220-239.
6. SACHS, Jeffrey Y LARRAIN, Felipe. Macroeconomía en la economía global. México: Prentice Hall, 1994.
7. SENHADJI, Abdelhak. "Sources of Economic Growth: An Extensive Groeth Accounting Exercise", En: IMF Staff Paper, Vol. 47 No 1, 2000, p.p. 129-157. Fondo Monetario Internacional.

## ■ NOTAS

- 1 Greco (1999, pp.1)
- 2 Sach y Larrain (1994 pp.546)
- 3 Blanchard y Pérez (2000 pp.489)
- 4 Greco (1999, pp.1)
- 5 Existen otros modelos de crecimiento más complejos que incorporan variables de educación, infraestructura, recursos invertidos en investigación y desarrollo, tamaño del estado, el dinero, etcétera, los cuales exigen estadísticas que para el caso de las economías en vía de desarrollo no están disponibles para largos períodos de tiempo o ni tan siquiera existen.
- 6 Greco (1999, p.p.29).