



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ACATLÁN**

**EL PAPEL DEL CAPITAL HUMANO EN EL CRECIMIENTO  
ECONÓMICO DE MÉXICO Y AMÉRICA LATINA (1970-2004).**

**TESIS DE LICENCIATURA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA**

**MELISSA MEJÍA VALENCIA**

**ASESOR: ARMANDO SÁNCHEZ VARGAS**

**Junio de 2007**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos.**

A mis padres a quienes debo la vida y el amor a la misma, al hecho de superar obstáculos que pareciesen difíciles y salir airoso de ellos. A mi hermano y a mi abue, a quienes debo su apoyo y por quienes veo la necesidad de superarme día con día, los quiero tanto.

A mi asesor Mtro. Armando Sánchez a quien debo el desarrollo de la tesis, su paciencia y tiempo, y el desarrollo de una fructífera amistad.

A la Dra. Ana María Aragonés que me ha dado la oportunidad de formarme profesionalmente, que ha fomentado en mi el amor a la academia, que sobre todas las cosas me ha brindado una maravillosa amistad, de la cual siempre estaré en deuda, y que ha hecho que yo quiera ser mejor día con día, gracias!

A José Francisco Pérez de la Torre, al cual le agradezco todos los momentos compartidos, los buenos y malos, porque todos me han dado una enseñanza, le agradezco el tiempo, su paciencia, su apoyo incondicional y su gran cariño, y sobre todo al destino por habernos cruzado justo en el tiempo y momento adecuado, gracias!

A mis compañeros de la carrera por poder compartir ideas y discusiones, enseñanzas diversas. A mis amigos, los cuales siempre han estado a mi lado, y les agradezco infinitamente su paciencia y su cariño y a mi prima Dany, por enseñarme que siempre hay algo maravilloso que nos puede pasar.

A mis profesores que gracias a sus enseñanzas y exigencias he valorado el hecho de poder estudiar una carrera, por quienes deseo poder seguir mi educación y poder contribuir en un beneficio para la sociedad en general.

A mis sinodales Lic. Benjamín Hernández, Dra. Ana María Aragonés, Mtro. Rafael Arellano, Mtro. Armando Sánchez, Mtro Francisco Martínez, por tomarse el tiempo de proponer críticas al planteamiento de la Tesis, a la contraposición de ideas que han enriquecido de sobremanera mis conocimientos, así como la ayuda que siempre he recibido para la mejora de mi trabajo.

A todas aquellas personas que han sido importantes en mi vida, a mis amigos, compañeros de carrera, mis amigos de la Maestría, y todos aquellos que en algún momento hemos cruzado ideas y debates sobre este trabajo, les agradezco pues todas aquellas críticas han hecho que ahora este trabajo pueda verse reflejado en una tesis de licenciatura. Muchas Gracias!

**AGRADEZCO EL APOYO BRINDADO PARA LA ELABORACIÓN DE LA TESIS AL PROYECTO PAPIIT IN 301206 “LAS NUEVAS CAUSAS DE LA MIGRACIÓN EN MÉXICO EN EL CONTEXTO DE LA GLOBALIZACIÓN. TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS A INICIO DEL NUEVO SIGLO”.**

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>I. MARCO TEÓRICO.</b>	
1.1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.2. TEORÍA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	5
1.3. MODELO DE CRECIMIENTO DE ROBERT SOLOW.....	6
1.4. MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO DE SOLOW Y SWAN.....	8
1.4.1. <i>MODELO DE SOLOW AMPLIADO</i> .....	13
1.5. MODELOS DE CRECIMIENTO ENDÓGENO.....	14
1.5.1. <i>MODELO AK CON UNA TASA DE AHORRO</i> <i>CONSTANTE</i> .....	15
1.5.2. <i>MODELO DE UZAWA</i> .....	18
1.5.3. <i>MODELO DE ROBERT F. LUCAS</i> .....	19
1.6. LA NUEVA TEORÍA DEL CRECIMIENTO.....	21
1.6.1. <i>SUPUESTOS PRINCIPALES</i> .....	21
1.6.2. <i>EL MODELO EN AUSENCIA DE CAPITAL</i> .....	25
<b>II. TEORÍA ECONOMÉTRICA.</b>	
2.1. INTRODUCCIÓN.....	34
2.2. SERIES DE TIEMPO.....	34
2.3. SERIES DE TIEMPO ESTACIONARIAS Y NO ESTACIONARIAS; Y PROCESOS ESTOCÁSTICOS.....	35
2.4. RAÍCES UNITARIAS.....	36
2.5. VECTORES AUTORREGRESIVOS (VAR).....	40
2.5.1. <i>IDENTIFICACIÓN DEL VAR</i> .....	43
2.5.2. <i>LA FUNCIÓN DE IMPULSO RESPUESTA</i> .....	47
2.5.3. <i>LA DESCOMPOSICIÓN DE LA VARIANZA</i> .....	50
2.6. MÉTODO DE COINTEGRACIÓN ENGLE Y GRANGER Y PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN.....	53
2.7. PANEL DE DATOS.....	57

<b>III. EVIDENCIA EMPÍRICA. MODELOS ECONÓMICOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO INCLUYENDO EL CAPITAL HUMANO.</b>	
3.1 INTRODUCCIÓN.....	64
3.2 EVIDENCIA EMPÍRICA, MODELOS ECONOMETRICOS QUE INCLUYEN CAPITAL HUMANO.....	64
<b>IV. EVIDENCIA EMPÍRICA.</b>	
4.1 INTRODUCCIÓN.....	73
4.2 LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO Y LOS FACTORES DETERMINANTES DE LA ASIGNACION DE RECURSOS A I+D.....	73
4.3 LA ESTRUCTURA ECONÓMICA EN MÉXICO.....	76
4.3.1 NIVELES DE CALIFICACIÓN.....	80
4.4 EL CAPITAL HUMANO Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN MÉXICO. UN ENFOQUE DE VECTORES AUTORREGRESIVOS .....	83
4.4.1 COMENTARIOS GENERALES.....	89
4.5 MODELO ECONÓMICO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO CON CAPITAL HUMANO PARA AMÉRICA LATINA 1970-2004. MODELO DE PANEL.....	93
4.5.1 COMENTARIOS GENERALES.....	97
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>99</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>104</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO ESTADÍSTICO.....</b>	<b>117</b>

## **INTRODUCCIÓN.**

La Teoría del Crecimiento Económico es fundamental para el análisis del desarrollo y del crecimiento económico de los países. Las tasas de crecimiento de las economías de los países y los diferentes estándares de vida y bienestar son las principales preguntas que se formulan en la Teoría del Crecimiento. La importancia de la teoría del crecimiento radica en la explicación que trata de dar al funcionamiento de las economías de distintos países en el largo plazo. Por supuesto existen teorías del crecimiento que abordan esas preguntas pero de distinta forma, tal como la teoría del crecimiento económico clásica y la llamada “nueva” teoría del crecimiento económico o la teoría del crecimiento endógeno.

Existen teorías que abordan el crecimiento económico en el largo plazo influenciado por el sector externo, teorías que utilizan el trabajo y el capital como factores fundamentales, y otras que toma como factor fundamental al capital humano como determinante en el crecimiento económico de distintos países (Romer 2006).

El capital humano, es decir, la inversión en el nivel de educación que tiene la población de un país, y la generación de desarrollo e investigación son sin duda, un factor importante para analizar. Actualmente la incorporación de trabajadores calificados a los nuevos mercados del trabajo dentro de la globalización es un aliciente para una mejor remuneración. Lo anterior sucede en la mayoría de los países tanto desarrollados como subdesarrollados.

Es por esto que la presente investigación se enfoca principalmente en el análisis del capital humano como factor determinante del crecimiento económico de economías subdesarrolladas. Los principales resultados coinciden con este supuesto. En el caso de México el capital humano es un factor determinante para el crecimiento de la economía, al igual que el stock de capital físico, que es uno de los factores más importantes para el crecimiento de la economía mexicana. En el caso de América Latina la situación no es distinta. El capital físico es un factor indispensable para el crecimiento de las economías latinoamericanas y el capital humano, en este caso la variable de educación superior, es un factor determinante dentro del crecimiento económico. Sin embargo, se encuentran ciertas divergencias dentro de las economías subdesarrolladas, que impiden el claro crecimiento del capital humano. Estas conclusiones se abordaran a lo largo de la investigación.

En el primer capítulo se abordan las distintas teorías sobre el Crecimiento Económico, su desarrollo y sus repercusiones. Asimismo, de manera ilustrativa se plantea el modelo principal del cual parten todas las teorías. El segundo capítulo describe la Teoría Econométrica que es

utilizada en el desarrollo de la evidencia econométrica para analizar y verificar los modelos. Los vectores autorregresivos (VAR) y el panel de datos son las dos metodologías que se utilizan en el presente trabajo.

En el tercer capítulo se describen los principales resultados de trabajos que han desarrollado modelos econométricos introduciendo al capital humano como determinante fundamental para el crecimiento económico. El objetivo de este capítulo es contrastar y comparar los resultados obtenidos en la presente investigación.

En el cuarto capítulo se desarrolla la evidencia empírica en base a la metodología econométrica. Primero, se estima un modelo de vectores autorregresivos (VAR) para el caso de México de 1970 a 2004. El segundo caso es el de América Latina para el mismo periodo donde se modela a través de las técnicas de panel de datos. En los dos casos se toma al capital humano como factor importante para el crecimiento económico del país.

La última parte del presente trabajo expone las principales conclusiones, la bibliografía consultada, y el anexo estadístico.

## **I. MARCO TEÓRICO.**

### **1.1 INTRODUCCIÓN.**

El presente capítulo expone la revisión de la teoría del crecimiento económico. En este sentido, se plasman las primeras contribuciones a la teoría del crecimiento económico con capital humano del modelo de Romer (1986), el cual analiza los procesos de desempeño de largo plazo de una economía. Esta llamada Nueva Teoría del Crecimiento es resultado de las críticas a algunos planteamientos importantes del modelo de crecimiento básico realizado por Solow (1956) y Swan (1956) que se exponen en este capítulo. Lo anterior sirve de base para la nueva teoría del crecimiento económico. El apéndice contiene el modelo básico de Solow que es la referencia obligada y punto de partida de los nuevos modelos de crecimiento que incorporan al capital humano como determinante.

### **1.2 TEORÍA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO.**

Los modelos de crecimiento se han venido estudiando de sobremano a partir del paradigma del pensamiento económico de Keynes (1943). Este plantea al Estado como guía de la economía, interviniendo de manera activa en el entorno económico, planteamiento contrario a los desarrollos teóricos de los pensadores económicos clásicos (Adam Smith, David Ricardo, etc).

A partir de esta teoría se han derivado nuevos estudios enfocados a modelos que incentiven el crecimiento económico. Primero con los denominados por consenso, neokeynesianos, los cuales argumentan que el crecimiento económico está determinado por el lado de la demanda. (Véase Domar (1952), Harrod (1959), Pasinetti (1962) y Kaldor (1955-56), entre otros).

Por otro lado, se ubican los modelos de desarrollo económico de carácter neoclásico iniciados principalmente por Solow (1956). Estos podrían considerarse el paradigma dentro de los modelos

de crecimiento económico, por el hecho de que estos modelos determinan el crecimiento por el lado de la oferta de bienes y servicios. Las variables explicativas del crecimiento son los factores de la producción, en concreto, el capital, el trabajo y la tecnología.

### **1.3 MODELO DE CRECIMIENTO DE ROBERT SOLOW.**

El modelo de crecimiento de Solow (1956) es de donde proviene la idea de convergencia, la cual ha ido evolucionando a través del tiempo. Por lo tanto es importante exponer el modelo para un mayor entendimiento, lo cual se hace de manera concisa en el apéndice.

A este modelo lo determina la oferta de bienes y servicios, por lo cual se inicia con una función de producción del tipo Cobb-Douglas, ya que ésta muestra la proporción de capital y trabajo usada en la producción. Antes se tiene que mencionar que el modelo parte de tres supuestos principales;

1. La población y la fuerza de trabajo crecen a una tasa de forma proporcional constante ( $n$ ), considerada independiente de otros aspectos y variables económicas.
2. El ahorro y la inversión son una proporción fija ( $s$ ) del producto neto en cualquier momento del tiempo. (Galindo 1994:31)
3. La tecnología, está afectada por dos coeficientes constantes, la fuerza de trabajo por unidad de producto y el capital por producto ( $v$ ).

Lo anterior dice que la función de producción presenta rendimientos decrecientes por el hecho de que la mano de obra ( $L$ ) es constante, entonces ( $k$ ), es decir, el cociente de ( $K/L$ ) dice que entre mayor sea la utilización capital se reduce la productividad marginal del capital. De esta manera, cada vez que se incrementa el capital la curva de la función de producción tiende a cero y la curva de mano de obra sigue constante causando desequilibrio.

En el largo plazo se supone que la función de producción oscila entre la curva de la oferta de mano de obra, de donde viene la idea de convergencia. Es decir, que al momento de que las dos curvas están en equilibrio hay convergencia, pero si no son iguales, o bien puede haber tanto convergencia o divergencia.

El modelo de crecimiento neoclásico de Solow argumenta la flexibilidad en cuanto a la sustitución de factores productivos. Solow ataca el modelo de Harrod (1959) y en cierto sentido al modelo de Domar (1952), respecto a la acción de fuerzas centrífugas que hicieran a la tasa de crecimiento de una economía alejarse de la llamada tasa garantizada de crecimiento. Solow afirma que la aparente inestabilidad en la tasa de crecimiento de equilibrio depende del supuesto teórico, decisivo y fundamental del modelo de Harrod y Domar, el cual señala que la función de producción es de proporciones fijas, además de suponer la existencia de un solo bien de producción  $Y(t)$ .

El modelo de crecimiento de Solow es un modelo de crecimiento a largo plazo. La producción puede realizarse con diferentes combinaciones de factores productivos. Los mercados suponen competencia perfecta y las funciones de oferta de los factores se vacían siempre y la oferta de la producción es igual a su demanda (Ley de Walras). La fracción de ahorro constante es la fracción de inversión de capital.

El modelo implica que a largo plazo, en el estado estacionario<sup>1</sup> de la economía, las tasas de crecimiento del producto, capital y fuerza de trabajo serán iguales entre sí. La fuerza de trabajo ( $L$ ) es homogénea y crece a una tasa constante y exógena, por lo que puede ser vista como una proporción fija de la población total ( $n$ ). Esto implica que si una economía crece, la fuerza de

---

<sup>1</sup> El Estado Estacionario hace referencia en el análisis de los procesos de crecimiento ya que establecen qué flujo de factores (capital y trabajo), podrían tender a equilibrar las divergencias territoriales en términos relativos y, así, generar una tendencia a la convergencia racional. Debe señalarse, que tal como predicen los modelos de crecimiento endógeno, diversos elementos –como el capital humano, la dotación de infraestructura, la estructura productiva– pueden condicionar la movilidad de los flujos de factores productivos entre las regiones y, así, la tendencia a la convergencia en niveles de ingreso per capita (Flores y Mendoza 2003) .

trabajo crece a la misma tasa de la población total. Entonces se puede afirmar que la fuerza de trabajo y la población total crecen a una tasa constante pero exógena, por lo cual ninguna variable del modelo puede afectar la tasa de crecimiento poblacional y se contempla una ocupación poblacional plena. Lo que se representa en la siguiente ecuación:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (1)$$

La ecuación anterior representa la tasa proporcional de crecimiento de la fuerza de trabajo.

El sistema se puede establecer como:

$$\dot{K} = sY - \delta K \quad (2)$$

$$Y = F(K, L) \quad (3)$$

siendo F la estructura de la función producción que nos dará el valor del producto en función de las dotaciones de dos factores, capital y trabajo, siendo ambos homogéneos.

#### **1.4 EXTENSIÓN DEL MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO DE SOLOW – SWAN (1956).**

La teoría del crecimiento económico en general, trata de las diferencias en las tasas de crecimiento entre los países, y se hace la pregunta fundamental, del porqué estos países muestran diferentes estándares de vida y bienestar. La teoría del crecimiento intenta dar una explicación del funcionamiento de largo plazo de las economías de los diferentes países, pero con ciertas características fundamentales: en primer lugar se muestra la trayectoria de evolución agregada de un sistema y en segundo lugar, muestra las condiciones de un equilibrio estacionario.

El crecimiento en esta teoría es concebido como el desempeño de largo plazo de la economía, la cual se caracteriza por una sola tasa de crecimiento común para todos los sectores que la componen.

En el caso de Solow, el estudio se basa en indagar la posibilidad de que los países menos desarrollados alcancen, en el largo plazo, a los más avanzados, ahí es cuando se habla del análisis de la convergencia del crecimiento. En el caso de la teoría del crecimiento endógeno, el centro del estudio del crecimiento no es la convergencia, de hecho existe polémicas sobre la convergencia, así mismo en esta teoría aunque se incorporan otros aspectos como la hipótesis sobre las características de los países desarrollados, y los menos desarrollados, se introducen la presencia de condiciones estructurales, además de cuantitativos. Muchos teóricos, introducen en este aspecto, la hipótesis de Grossman y Helpman, acerca de que los países más avanzados se caracterizan por ser innovadores, mientras que los países atrasados tienden a ser menos innovadores de tecnologías. (Grossman y Helpman, 1991)

El modelo de crecimiento de Solow y Swan, parte de dos supuestos fundamentales: En primer lugar, se supone que existe solamente una mercancía que constituye el producto total de la economía, y cuya tasa de producción se expresa por  $Y(t)$ <sup>2</sup>. En segundo lugar, se supone la utilización de dos factores productivos que son sustituibles entre sí, el acervo de capital físico ( $k$ ), y por otra un acervo de capital humano, ( $H$ ).

A diferencia del modelo de Solow, antes presentado, que también fue retomado por Sala i-Martin y por Robert Barro, se representa la cantidad de trabajo ( $L$ ), demandada por las empresas y no el capital humano, como se señala en este modelo. Los elementos esenciales del resultado no se modifican, aunque al usar la noción de capital humano, se supone que las compañías emplean trabajo con cierto nivel de capacitación y escolarización, mientras que en el modelo original no se hace ninguna hipótesis al respecto. (Trado 2003)

---

<sup>2</sup> Hay que observar que esto implica que no se está realizando la distinción keynesiana entre quienes ahorran y quienes invierten, ya que, simplemente, el ahorro es invertido y no se precisa incluir en el modelo una función específica de inversión..(Hywel 1976:88)

Siguiendo con el modelo de Solow y Swan, la tecnología empleada presenta rendimientos decrecientes en los factores productivos,- es decir, el producto marginal de ambos es positivo pero decreciente,- y que hay rendimientos constantes a escala. Así se supone una función de producción:

$$Q = F(K, H) = AK^\alpha H^{1-\alpha} \quad (13)$$

A = coeficiente exógeno

Este coeficiente describe el estudio de los conocimientos tecnológicos empleados en la producción.

Los cambios en (A) describen, desplazamientos en la función de producción.

Un supuesto más del modelo es lo relativo a la tasa de crecimiento del acervo total de capital humano; el cual se supone que aumenta por causas exógenas a una tasa (n):

$$\frac{\dot{H}}{H} = n \quad (14)$$

Además, en la medida en que se supone el ahorro como exógeno, la evolución del acervo agregado de capital y la inversión dependen de la función (s) del ingreso total de la económica que no ha sido consumido, es decir, el ahorro:

$$\dot{K} = sAK^\alpha H^{1-\alpha} \quad (15)$$

Cuando se trata de llegar a una ruta del crecimiento estacionario estable, se parte de que el acervo de capital físico por unidad de capital humano puede definirse como  $k=K/H$ , de esta forma, despejando K, se tiene que  $K=kH$ . Así, utilizando derivadas para esta expresión respecto al tiempo, entonces  $\dot{K} = H\dot{k} + k\dot{H}$ , tal que la parte derecha de esta expresión de (13) y despejando para  $\dot{k}$ , se tiene que la ecuación del movimiento para el acervo de capital por persona es :

$$\dot{K} = sAk^\alpha - nK \quad (16)$$

De esta ecuación que solo depende del acervo de capital por persona, k, se tiene que existen condiciones de crecimiento estacionario cuando  $\dot{k} = 0$ , se entiende, que el acervo de capital físico por unidad de capital humano no cambia en el tiempo. De esta manera, en estas condiciones habrá

un acervo de capital por persona  $k^*$ , que garantiza a los parámetros dados, (s, A y n), un equilibrio estacionario en el punto<sup>3</sup>.

$$k^* = \left[ \frac{sA}{n} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (17)$$

y que permitirá producir una cantidad de bien por persona ocupada de nivel  $g^* = Ak^{*a}$  donde  $g^*$  describe la producción por unidad de capital humano al nivel del acervo de capital per capita de equilibrio estacionario. (Trado 2003)

En este sentido, la economía que se describe en este modelo, crece a la tasa (n) en el equilibrio estacionario. Es decir, que los acervos agregados de capital físico y humano, crecen a una misma tasa en el estado estacionario, lo cual implica que en el equilibrio de largo plazo no es posible el desempleo.

Este modelo presenta propiedades de un crecimiento estable y sostenido, lo cual implica que cualquiera que sean los valores iniciales de todas las variables del modelo, la economía tenderá uniformemente hacia la trayectoria de crecimiento proporcional. Esto a su vez señala que si la economía inicia un acervo de capital (k) inferior o superior en relación con  $K^*$ , esta tenderá a acumular capital físico con mayor o menor velocidad hasta alcanzar el punto  $k^*$ . Es a partir de estas propiedades de estabilidad que surgen las hipótesis de convergencia en dos versiones: la de convergencia absoluta y la de convergencia condicional<sup>4</sup>.

Por otra parte, la discrepancia entre un país desarrollado y uno menos avanzado en este modelo, radica esencialmente en la diferencia entre un país rico y un país pobre, cada uno está caracterizado por un nivel de acervo de capital físico por unidad de capital humano distinto; el desarrollo posee un acervo de capital mayor en relación con el menos avanzado.

---

<sup>3</sup>Para una descripción matemática del desarrollo de este modelo, veáse Solow (1956) y Swan (1956).

<sup>4</sup> En este trabajo no se desarrollará ninguna de las dos, pero cabe mencionarlas para el análisis de la teoría.

Sea  $K_m$  el acervo correspondiente al país menos desarrollado, y  $K_n$  al del país avanzado, ambos por unidad de capital humano. Se supone que el primero es inferior al segundo, se define por tanto,

que existe una tasa de crecimiento del acervo de capital físico por persona  $g_k = \frac{\dot{k}}{k}$ , tal que

empleando la ecuación (15), se tendrá que

$$g_k = sAk^{\alpha-1} - n \quad (18)^5$$

Cuando  $g_k = 0$ , se dice que la economía estará al nivel de crecimiento estacionario cuando la tasa de inversión es igual a la tasa de crecimiento  $n$ . Si  $K_m$  es menor que  $K_n$ , y en el extremo, si se supone que  $K_n$  corresponde ya al nivel de equilibrio tal, que el país desarrollado acumula capital físico a la misma tasa con que acopia capital humano, mientras que la economía menos desarrollada no ha alcanzado el nivel de equilibrio estacionario común.

Como el acervo de capital físico es menor al de equilibrio estacionario,  $g_k > 0$ , lo cual conlleva a que el país menos desarrollado acumulará capital físico a una tasa mayor que su capacidad para acumular capital humano, esto indica que el acervo de capital por persona tenderá a aumentar aunque las tasas de crecimiento de la inversión tenderán a disminuir de forma paulatina hasta empatarse con  $(n)$ .

En lo referente a la hipótesis de convergencia que se derivan de este modelo, se presenta una incoherencia lógica, la cual reside en que la posibilidad de alcance de un país rico por parte de un país pobre se atribuye a las condiciones de economía abierta, cuando el modelo básico se construye para explicar el funcionamiento de una economía en autarquía.

---

5 La magnitud  $sAk^{\alpha-1}$  en este caso, es interpretada como la tasa de inversión, esta describe una hipérbola equilátera en relación con  $(k)$ ,  $(n)$  es como antes la tasa de crecimiento, que es constante de capital humano (Trado 2003)

La limitación esencial en este modelo es que la importancia del cambio tecnológico en el proceso de crecimiento de largo plazo se afirma con base en información empírica, pero no se analizan las condiciones en que tal proceso se verifica.

#### 1.4.1 Modelo de Solow ampliado.

Otro modelo que aborda el capital humano, el *Modelo De Solow Ampliado*; Mankiw, Romer, Weill (1992) introducen el capital humano como factor fundamental en la función de producción;

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} \quad (19)$$

En este modelo ampliado de crecimiento del producto, se agrega el capital humano, el cual está representado por H(t), de manera que ahora la fracción de output que se convierte en el capital físico, será diferente del humano, por lo tanto, se asumen rendimientos decrecientes de cada uno de los factores, de modo que  $\alpha + \beta = 1$

$$\begin{aligned} K(t) &= S_k Y(t) - (n + g + \delta)K(t) \\ h(t) &= S_h Y(t) - (n + g + \delta)h(t) \end{aligned} \quad (20) \text{ y } (21)$$

las variables tomarían en el estado estacionario los siguientes valores:

$$\begin{aligned} K^* &= \left[ \frac{S_k^{1-\beta} S_h^\beta}{n + g + \delta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \\ h^* &= \left[ \frac{S_k^\alpha S_h^{1-\alpha}}{n + g + \delta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \end{aligned} \quad (22) \text{ y } (23)$$

La ecuación estimada sería entonces<sup>6</sup>:

$$\ln \left[ \frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(S_k) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) + \frac{\beta}{1-\beta} \ln(S_h) \quad (24)$$

<sup>6</sup> Para ver en detalle el desarrollo matemático de este modelo véase: Mankiw, N , Romer, D, y Weil D, eds. (1992).

## 1.5 MODELOS DE CRECIMIENTO ENDÓGENO.

La principal característica de los modelos de crecimiento endógeno es que rompen con el supuesto de rendimientos decrecientes de alguno de los factores, que mantenían los anteriores modelos de crecimiento para poder mantener el crecimiento sostenido en el largo plazo explicado por el propio modelo, así la desaparición de este supuesto permite mantener el hecho de que se utilizan mecanismos de endogeneización mediante la introducción de las externalidades que afectan a la producción, es decir, que afectan las condiciones de la producción de las empresas; de tal forma se logra endogeneizar las externalidades mediante la introducción de capital humano, mediante la introducción de un sector que genera un determinado nivel de progreso tecnológico, o con la introducción de rendimientos decrecientes a escala, o rompiendo con el supuesto de competencia perfecta<sup>7</sup>.

En esta teoría de crecimiento endógeno, el objetivo esencial es determinar dentro del modelo, la tasa de crecimiento<sup>8</sup> que puede alcanzar la economía. En este tipo de modelos la tasa de crecimiento de toda la economía queda determinada por la capacidad para generar cambio tecnológico.

Debido a que en el caso de los países semi-industrializados no se cumple la convergencia al utilizar el modelo de Solow, es necesario incluir un modelo alternativo para explicar la posibilidad de divergencia en el crecimiento económico.

Paul Romer (1986) incluye como variables endógenas al determinante del crecimiento económico del modelo neoclásico y afirma que además de este podrían influir variables como son: las políticas gubernamentales que pueden llegar a tener gran importancia en la tasa de crecimiento a largo plazo.

---

<sup>7</sup> Para este punto véase Fuentes, Flores N. A. y Díaz-Bautista A. (2003). pp. 37.

<sup>8</sup> Roy F. Harrod, distinguía 3 tasas de crecimiento; la natural de crecimiento, la máxima alcanzable por una economía y que está dada por parámetros exógenos; la planeada de crecimiento, aquella que los agentes económicos esperan que ocurra al hacer sus planes de producción y consumo, y la efectiva de crecimiento, aquella que realmente es alcanzada, véase Sen (1970).

El modelo supone que los efectos de una recesión (como las guerras, desastres naturales, etc) serán permanentes en la economía, ya que éste no crecerá más aprisa para volver a su estado estacionario anterior.

### ***1.5.1 Modelo AK con una tasa de ahorro constante.***

El modelo de tecnología AK es un modelo de crecimiento endógeno simple, en este modelo se lleva a cabo un proceso de endogeneización de los determinantes últimos de crecimiento, se aplica en cierta forma generalizada a los modelos de crecimiento endógeno. El modelo considera que el capital y el trabajo son dos tipos diferentes de capital, pero se consideran como uno solo.

En este modelo la función de producción es la siguiente:

$$Y = AK \tag{25}$$

Los supuestos de este modelo son:

1. Existan rendimientos constantes a escala.
2. Se prevé rendimientos positivos pero no decrecientes del capital, es decir,  $\delta y / \delta k = A$  y

$$\delta^2 y / \delta k^2 = 0$$

3. El producto marginal de capital es siempre igual a A, por lo tanto no se aproxima a cero cuando K se aproxima al infinito y viceversa.  $\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = A \neq 0$  y  $\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = A \neq \infty$ .

En este caso se supone la función de producción del modelo neoclásico:

$$Y = F(K, AL) = AK^\beta L^{1-\beta} \tag{26}$$

salvo que en este modelo se viola una de las condiciones expuestas en el modelo de Solow; aquí se suponen una magnitud de inversión instantánea en el tiempo dada por:

$$\dot{k} = sAK^\beta L^\alpha - \delta K \tag{27}$$

manteniendo los demás supuestos del modelo de Solow y considerando que la tasa de crecimiento de la población es igual al factor trabajo con una tasa de crecimiento constante en el tiempo, se obtiene la tasa de crecimiento del capital per capita:

$$g_R = g_K - n = s \frac{y}{R} - (n + \delta) \quad (28)$$

teniendo que  $g_R$  representa la tasa de crecimiento del capital per capita,  $g_K$  es la tasa de crecimiento del capital,  $y$  es el producto per capita, la tasa de crecimiento de población es  $n$ ,  $R$  es el capital per capita, y  $d$  es la tasa de la depreciación.

Al violar una de las condiciones dadas del modelo de Solow, en el sentido que los rendimientos de todos los factores no sean decrecientes (productos marginales), lo cual quiere decir que sean constantes o crecientes por lo menos para uno, la conclusión es que no se necesita un crecimiento tecnológico exógeno para mantener un crecimiento del producto per capita a largo plazo diferente de cero; la tasa de crecimiento del producto per capita puede ser positiva sin necesidad de suponer que la variable crece continua y exógenamente. El modelo no predice la convergencia, ya que las economías con mayores niveles de ahorros respecto a su producto tienden a crecer más.

En este modelo, además, no se considera un estado estacionario, ya que las variables determinantes del crecimiento varían a una tasa constante igual a  $y^* = sA - (d + n)$  independiente del stock de capital.

En este modelo, la tasa de crecimiento de todas las variables es siempre constante y existe ausencia de rendimientos decrecientes de capital. Una característica básica del modelo AK es que a diferencia del modelo de Solow, cada unidad ahorrada sigue generando  $A$  unidades del producto, y el aumento en el número de máquinas es  $sAK$ , como la depreciación es la misma, la tasas de

crecimiento neto no varía a lo largo del tiempo, es decir, que la tasa de crecimiento de la economía permanece constante aunque el stock de capital aumente.

El modelo tiene cambios estructurales ya que incluye variables como el factor gobierno, capital humano que incluye la educación, las cuales son conocidas como externalidades del capital. En el caso del papel que juega el capital humano<sup>9</sup>, de acuerdo a Barro, el acervo de capital humano afecta el crecimiento, sobre todo por la inversión en capital físico, siendo ambos tipos de capital complementarios, asimismo, ejerce una influencia positiva en el ingreso per capita debido a su relación negativa con las tasas de fertilidad. (Barro 1992)

Ahora bien. los modelos teóricos relacionados al crecimiento económico, tales como Lucas (1988), Becker, Murphy y Tamura (1990), Barro y Lee (1993) y Mulligan y Sala-i-Martin (1992), acentúan el papel del capital humano en la forma de logros educativos. Lucas (1990) menciona que las grandes diferencias en ingreso per capita se pueden explicar principalmente por las diferencias en el capital humano per capita, incluyendo los rasgos y habilidades culturales de la gente en diversas regiones. El nivel medio del capital humano en la forma de habilidades ocupacionales o de educación de una sociedad puede influenciar el nivel de su ingreso per capita.

En el modelo de Lucas (1990), el crecimiento es dirigido por un cambio tecnológico, el cambio de la inversión de decisiones propias hechas para la maximización de los beneficios de los agentes. En el modelo de crecimiento endógeno, el stock de capital humano determina la ruta del crecimiento, así mismo, si el stock de capital humano es muy bajo, el crecimiento tal vez no tendría lugar alguno.

---

<sup>9</sup> Según Romer, se entiende por capital humano, la medida de los efectos acumulativos de actividades como educación formal y el entrenamiento laboral. (Romer 1990).

Existen algunas implicaciones importantes para la teoría del crecimiento, como la de que cada persona tiene un número finito de años en los cuales puede adquirir habilidades, cuando muere, estas habilidades se pierden, pero cualquier bien que produzca tales como alguna ley científica, o un principio de alguna ciencia, prevalece después de que la persona muere.

En este sentido, se trata de emplear al conocimiento como un bien, este hecho hace posible el poder hablar acerca de los llamados “spillovers”, es decir, el derramamiento de conocimiento, en este contexto se habla sobre la existencia de conocimiento para producir más conocimiento, así se da un equilibrio que se basa en la idea de cualquiera que se comprometa en la investigación tiene acceso libre a todo el stock de conocimiento, de esta manera, se puede hablar sobre la especialización en investigación y no en trabajo.

El crecimiento se incrementa a medida que se incrementa el tamaño de  $L$  (fuerza laboral), esto confirma la hipótesis, que señala que añadiendo capital humano como una variable por separado y especificando una mayor investigación tecnológica, remueve la dependencia del crecimiento con la fuerza laboral, y en el caso de que no exista tal crecimiento de capital humano, sugiere la posibilidad de un estancamiento del crecimiento. (Romer 1990)

La consideración del capital humano como un factor de gran trascendencia para el crecimiento de las economías, ha sido examinado por diferentes escuelas de pensamiento económico, ejemplo de esto son los modelos de Uzawa y Lucas (1988), los cuales constituyen el pilar fundamental en el que se basa la teoría neoclásica.

### ***1.5.2 Modelo de Uzawa.***

En este modelo al no considerar la diversidad existente entre los países, y el hecho de tratar al comercio internacional como un medio para igualar los ratios de capital-trabajo entre los diferentes países no parece correcto. Por lo tanto

$$Y = AK^\beta (u h L)^{(1-\beta)} \quad (29)$$

que presentan rendimientos constantes a escala en el capital físico y humano. El efecto del capital humano en la función de producción asume un efecto externo, tomando como el nivel medio de destreza al capital humano y que vendría dado por:

$$h_a = \frac{\int_0^\infty h N(h) dh}{\int_0^\infty N(h) dh} \quad (30)$$

donde h es el nivel de capital humano y N el número de trabajadores, N(h) sería el nivel de destreza de la población activa. El producto de la economía esta dado por la siguiente ecuación:

$$Y = AK(t)^\beta [u(t)h(t)N(t)]^{(1-\beta)} h_a(t)^Y \quad (31)$$

donde  $h_a(t)^Y$  representa el efecto externo del capital humano y el nivel tecnológico A se asume constante<sup>10</sup>.

El crecimiento del capital humano se realiza a una tasa;  $\dot{h}(t) = h(t)^\delta G(1-u(t))$  donde  $\delta < 1$  ya que las ganancias derivadas del capital humano van disminuyendo con el tiempo, siendo u(t), el tiempo dedicado a la acumulación del capital humano. Uzawa asume esta ecuación considerando que es lineal, al señalar esto supone un crecimiento del ingreso per capita sostenido desde la acumulación del capital endógeno, no siendo necesario ningún factor externo para el crecimiento.

### ***1.5.3 Modelo de Robert F. Lucas.***

A diferencia de los modelos anteriores, el modelo de Lucas presenta dos sectores, uno para la producción y otro en el que se consigue producir capital humano, en la que el capital humano depende del propio capital humano y del tiempo que se dedica a su acumulación.

---

<sup>10</sup> Para el desarrollo matemático de este modelo véase :Uzawa (1995).

La propuesta de Lucas (1993) aborda el tema de capital humano en relación con la tecnología, de modo que este puede en cierta forma medir el nivel tecnológico de que dispone un país, el capital humano de cada país es, por lo tanto, independiente, de lo que sucede en los demás, lo replantea y considera en la literatura del crecimiento “catch-up”.

$$Z(t) = \frac{H(t)}{\sum_{i=1}^n u_i} \quad (32)$$

considera los países de modo individual, así el capital humano  $H(t)$  se pondera por la suma del tiempo que en cada uno de los países se dedica a la acumulación de dicho capital.

Para Lucas, el acervo de capital humano, sirve para atraer la inversión en capital físico, sobre todo mediante la inversión extranjera directa. La inversión en capital físico es un factor determinante en el crecimiento, la variación de la tasa de inversión en distintos países es en parte una función de la capacidad de absorción, que a su vez depende de la disponibilidad de capital humano.

La tasa de rendimiento de la inversión en capital físico parecería ser una función de la oferta de capital humano, cuando éste es escaso, aquél es bajo, al igual que los incentivos para invertir, si es así, una escolaridad cada vez mas elevada debería, incrementar los rendimientos de la inversión de capital físico y, estimular las tasas de inversión.

Otro enfoque de la introducción del capital humano lo hacen Nelson y Phelps (1966), cuando señalan el doble papel para el capital humano en la función de producción, la cual denominan efectos “tasa” y efectos “nivel”<sup>11</sup>. sin embargo, para este estudio, no es desarrollada esta teoría, pero cabe mencionarla.

## 1.6 LA NUEVA TEORÍA DEL CRECIMIENTO.

<sup>11</sup> Este estudio, no es desarrollado en la presente investigación, pero cabe mencionarlo para el análisis de la teoría

Dentro de la primera parte se analizan las elaboraciones desarrolladas a partir de el modelo de Solow, los cuales tratan sobre la acumulación de capital y su papel en la producción; pero en este caso, difieren de este modelo pues tratan de interpretar explícitamente la eficacia del trabajo en términos de conocimientos y teorizan de un modo formal su evolución a lo largo del tiempo. El objetivo principal de la teoría del crecimiento es estudiar como funciona la economía cuando la acumulación de conocimientos es endógena y cuales son las visiones que existen sobre como se produce el conocimiento y cuales son los determinantes en la asignación de recursos a dicha producción.

### **1.6.1 SUPUESTOS PRINCIPALES.**

En diversos modelos de crecimiento, se considera que la eficacia de trabajo es una expresión del conocimiento y la tecnología. En este modelo se analiza la variable  $A$ , es decir, el conocimiento y la tecnología; se introduce un sector específico de investigación y desarrollo (I+D). En este modelo, se explica como se introducen las nuevas tecnologías, y como se asignan los recursos entre la producción de bienes convencionales y el sector de I+D.

Se parte de una función de producción muy convencional en la que trabajo, capital y tecnología se combinan de una manera determinista para mejorar este último factor. En este modelo, el progreso tecnológico se produce, pensando que en igualdad de circunstancias, cuantos mas recursos se dediquen a la investigación, mayor será el numero de descubrimientos, esto es lo que refleja la función de producción.

Se trata del estudio del crecimiento a lo largo del tiempo; además se introduce un parámetro que permite desplazar la función de producción de conocimientos y examinar las consecuencias de una variación de dicho parámetro.

En este modelo, no se precisan cuales pueden ser esos otros factores determinantes del éxito de la actividad investigadora Romer ( 2006).

Se suponen además que las funciones de producción, tanto de I+D como de otros bienes, son del tipo Cobb-douglas, es decir, son funciones exponenciales, aunque la suma de los exponentes de los distintos factores productivos no tiene porqué ser igual a 1. El modelo, además considera exógenos y constantes tanto el porcentaje de la producción que se destina al ahorro como las proporciones de trabajo y capital que utiliza el sector de I+D. Estos supuestos no alteran las principales implicaciones del modelo.

Se maneja en este modelo la versión simplificada de los modelos de I+D y de crecimiento desarrollados por P. Romer (1990), Grossman y Helpman (1991a) y Aghion y Howitt (1992)<sup>12</sup>.

Se manejan cuatro variables principales; trabajo (L), capital (K), tecnología (A) y producción final (Y). En este modelo se supone continuo el tiempo y dentro de esta economía conviven dos sectores diferenciados, el primero en donde se producen bienes, y el segundo de I+D, donde se generan las adiciones al stock de conocimientos. La variable  $a_L$  que representa la proporción de la fuerza de trabajo empleada en el sector I+D, y  $1 - a_L$ , la asignada al sector de producción de bienes.

Tanto  $a_L$  como  $a_K$  son exógenas y constantes. Dado que el empleo de una idea o de un determinado elemento del stock de conocimientos no impide su utilización en otros campos, ambos sectores se sirven de todo el stock de conocimientos disponibles,  $A$ . La cantidad producida en el periodo  $t$  viene dada por la expresión

$$Y(t) = \left[ (1 - a_K)K(t) \right]^\alpha \left[ A(t)(1 - a_L)L(t) \right]^{1 - \alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (33)$$

---

<sup>12</sup> Veanse, Usawa (1965) retomado en este mismo capítulo de manera breve, Shell (1966, 1967) y Phelps (1966b)

Aparte de los términos  $1 - a_K$  y  $1 - a_L$  y de la restricción a la forma de la función Cobb-Douglas, la ecuación (-) implica rendimientos constantes de capital y el trabajo: con una tecnología determinada, si la dotación de factores se duplica, obtendremos el doble de su producción.

Por otro lado, la generación de nuevas ideas es dependiente de las cantidades de capital y de trabajo comprometidas en la actividad investigadora, así como del estado de la tecnología. Dado que se parte de una ecuación de la forma Cobb-Douglas de tipo general, se tiene que

$$\dot{A}(t) = B [a_K K(t)]^\beta [a_L L(t)]^\gamma A(t)^\theta, \quad B > 0, \beta \geq 0, \gamma \geq 0 \quad (34)$$

Donde B representa cambios que provocan un desplazamiento de la función.

La función de producción no presenta rendimientos constantes de escala del capital y del trabajo. La existencia de rendimientos constantes suele presuponer que los procesos productivos se reproducen, es decir, cuando la cantidad de los factores se duplica, los nuevos factores incorporados inciden exactamente del mismo modo que los anteriores, duplicándose la cantidad producida. Para el caso específico de la producción de conocimientos, la reproducción de los procesos que ya venían realizándose con los factores anteriores conduciría a la duplicación de los descubrimientos, de modo que  $\dot{A}$ , no variaría. En este caso, sería más lógico suponer que en este campo puedan existir rendimientos decrecientes.

Además de la relación entre investigadores, la existencia de costes fijos de establecimiento y demás factores relacionados con las actividades I+D podrían justificar que un aumento de la cantidad de trabajo y capital eleve más que proporcionalmente la producción final, de modo que también debemos aceptar la posibilidad de que existan rendimientos decrecientes.

El parámetro  $\theta$  en este caso, refleja la influencia del stock de conocimientos ya existente en el éxito de las actividades de I+D. esta influencia puede producirse en cualquier sentido: por un lado, los

descubrimientos pasados pueden proporcionar ideas e instrumentos que faciliten los descubrimientos futuros, en cuyo caso  $\theta$  sería positivo; pero también es posible que los descubrimientos más sencillos sean los primeros en realizarse, de manera que cuanto mayor sea el stock de conocimientos, más difícil será hacer nuevos descubrimientos. En este caso,  $\theta$  sería negativo. En razón de estos efectos de signo opuesto, no hemos supuesto ningún tipo de restricciones en  $\theta$  al formular la ecuación (34)

Al igual que en el modelo de Solow, la tasa de ahorro es exógena y constante. Además, se reduce la simplificar, la depreciación a cero. Por tanto,

$$\dot{K}(t) = sY(t) \tag{35}$$

También se considera que la tasa de crecimiento de la población es una variable exógena. Para simplificar, prescindiremos de la posibilidad de que sea negativa. Así pues,

$$\dot{L}(t) = nL(t) \quad n \geq 0 \tag{36}$$

Así, se puede decir que este modelo, contiene el análisis de Solow con la función de Cobb-Douglas como caso especial. Si  $\gamma$ ,  $a_K$  y  $a_L$  son 0 y  $\theta$  es 1, la función de producción de conocimientos se convierte en  $\dot{A} = BA$  (lo que significa que  $A$  crece a una tasa constante) y las restantes ecuaciones del modelo se reducen a las utilizadas por Solow<sup>13</sup>.

En este modelo se contiene dos variables acumulativas cuyo comportamiento es endógeno,  $K$  y  $A$ , es más difícil de analizar que el modelo de Solow. Por esto, se prescinde del capital, es decir, damos valores de cero a  $\alpha$  y  $\beta$ . Este supuesto especial ilustra las principales enseñanzas del modelo. A continuación se presentan los tres casos posibles para el modelo, para finalizar con el supuesto más general.

---

<sup>13</sup> Vease Romer (2006).

### 1.6.2 El Modelo en Ausencia del Capital.

Se trata sobre la dinámica de la acumulación de conocimientos. Cuando el modelo prescinde del capital, la función de producción de bienes (ecuación 1) se convierte en

$$Y(t) = A(t)(1 - a_L)L(t), \quad (37)$$

De modo análogo, la función de producción de nuevos conocimientos, será ahora;

$$\dot{A}(t) = B[a_K K(t)]^\theta [a_L L(t)]^\gamma A(t)^\theta, \quad (38)$$

Se sigue describiendo el crecimiento de la población mediante la ecuación (36). La ecuación 37 implica que la producción por trabajador es proporcional a  $A$  y por tanto, que la tasa de crecimiento de la producción por trabajador es igual a la tasa de crecimiento de  $A$ . El análisis se centra, en el comportamiento de  $A$ , determinada por la ecuación 38. Esta ecuación implica que la tasa de crecimiento de  $A$ , simbolizada por  $g_A$ , es

$$g_A(t) \equiv \frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = B a_L^\gamma L(t)^\gamma A(t)^{\theta-1} \quad (39)$$

Si se toman logaritmos de los dos lados de esta ecuación (39) y se deriva con respecto al tiempo, se obtiene una expresión para la tasa de crecimiento de  $g_A$ , (es decir, para la tasa de crecimiento de la tasas de crecimiento de  $A$ ):

$$\frac{\dot{g}_A(t)}{g_A(t)} = \gamma + (\theta - 1)g_A(t) \quad (40)$$

se multiplica ahora ambos lados de esta expresión por  $g_A(t)$ , ahora tenemos

$$\dot{g}_A(t) = \gamma g_A(t) + (\theta - 1)[g_A(t)]^2 \quad (41)$$

los valores iniciales de  $L$  y  $A$  y los parámetros del modelo determinan el valor inicial de  $g_A$  (a través de la ecuación 38). A partir de ahí, la ecuación 39 determina puede determinar el comportamiento subsiguiente de  $g_A$ .

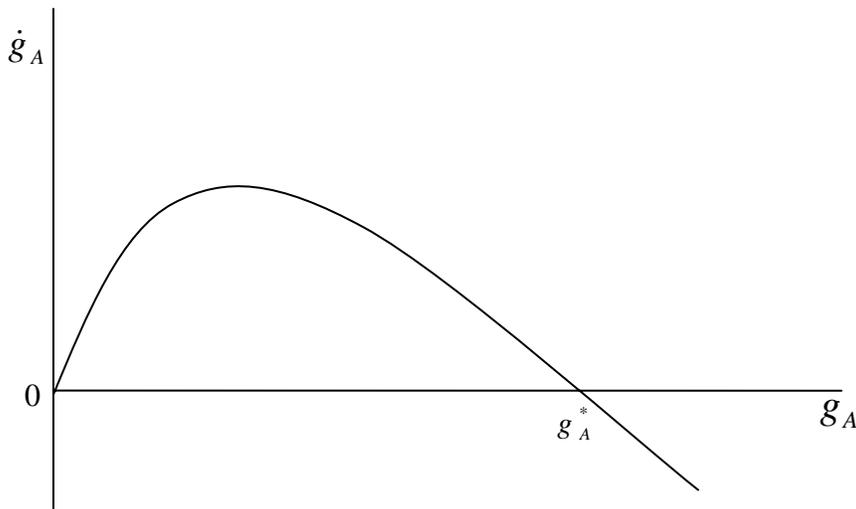
**CASO 1:  $\theta < 1$ .**

A continuación se presenta un gráfico #, el cual muestra como evoluciona  $g_A$  cuando  $\theta$  es menor que 1; es decir, es una representación gráfica de  $\dot{g}_A$  como función de  $g_A$  en este supuesto específico. Dado que la función de producción de conocimientos (38), implica que  $g_A$  es siempre positiva, el gráfico comprende valores positivos de  $g_A$ . Como puede observarse, la ecuación 39 implica que cuando  $\theta$  es menor que 1,  $\dot{g}_A$  es positiva, para valores positivos pequeños de  $g_A$  y negativa para los grandes. Se define  $g_A^*$  al único valor positivo de  $g_A$  para el que  $\dot{g}_A$  es igual a 0. Partiendo de la ecuación 3.9,  $g_A^*$  queda definida como  $\gamma + (\theta - 1)g_A^* = 0$ . Despejando  $g_A^*$ , tenemos

$$g_A^* = \frac{\gamma}{1 - \theta} n \quad (42)$$

**GRAFICO 1.**

**El Comportamiento de las tasas de crecimiento del conocimiento cuando  $\theta < 1$**



Fuente: Elaboración propia en base a la Nueva Teoría del Crecimiento, Romer (2006).

Este análisis implica que, sean cuales sean las condiciones iniciales de la economía,  $g_A$  tiende a converger hacia  $g_A^*$ . Si por ejemplo, el valor de los parámetros y los valores iniciales  $L$  y  $A$  implican que  $g_A(0) < g_A^*$ ,  $\dot{g}_A$  será positivo; es decir,  $g_A$  esta aumentando y continuara haciéndolo hasta igualar a  $g_A^*$ . Del mismo modo, si  $g_A(0) > g_A^*$ ,  $\dot{g}_A$  disminuirá hasta ser igual a  $g_A^*$ . Una vez que  $g_A$  y  $g_A^*$  se igualan,  $A$  e  $Y/L$  crecen de modo constante a la tasa  $g_A^*$  y la economía se instala en su senda de crecimiento sostenido.

Este constituye el crecimiento a largo plazo de la producción por trabajador donde viene determinado por el modelo mismo en lugar de por una tasa exógena de progreso tecnológico. El modelo implica también que la tasa de crecimiento a largo plazo de la producción por trabajador,  $g_A^*$ , es una función positiva del crecimiento de la población,  $n$ . De hecho, es preciso que la población este creciendo para que la producción por trabajador crezca de forma sostenida. Esto puede resultar chocante, por ejemplo, la tasas de crecimiento de la producción por trabajador no es mas alta, por termino medio, en aquellos países donde la población crece mas rápidamente.

Sin embargo, si se piensa este modelo como representativo a nivel mundial, el resultado es razonable. Una interpretación lógica del modelo es que lo que representa son conocimientos que pueden utilizarse en cualquier parte del mundo. Ateniéndose a esta interpretación, el modelo no implica que los países con un mayor crecimiento de población disfruten de un mayor crecimiento de la renta, sino simplemente que un mayor crecimiento de la población a nivel mundial eleva el crecimiento de la renta mundial. Asimismo, resulta inverosímil, que, al menos hasta que las restricciones de recursos (de las que el modelo prescinde) pasen a ser relevantes, una población elevada favorece el crecimiento del conocimiento a escala mundial: cuanto mayor sea la población, habrá más gente para lograr nuevos avances.

Recordemos que en la ecuación 36, que representaba la producción de conocimientos,  $\theta < 1$  corresponde al supuesto en que el conocimiento puede resultar útil para generar nuevos conocimientos, pero no hasta el punto de que esa generación de nuevos conocimientos crezca más que proporcionalmente en relación con el stock de conocimientos existente. Lo que pone de relieve esta conclusión (sobre la necesidad de que el crecimiento de la población sea positivo para que la producción por trabajador crezca de forma sostenida) es que, en ausencia de ese crecimiento de a población, el crecimiento general se agotaría.

La ecuación 42 implica que, aunque el conocimiento de la población condiciona el crecimiento económico a largo plazo, la proporción de la fuerza de trabajo implicada en tareas de I+D ( $a_L$ ) no le afecta. También este resultado puede parecer sorprendente: si el progreso técnico estimula el crecimiento y aquel se produce de forma endógena, lo lógico sería que el aumento de los recursos que la economía dedica al progreso tecnológico se tradujera en una elevación del crecimiento a largo plazo. La razón de que esto no suceda es que, como  $\theta$  es menor que 1, el aumento de  $a_L$  tiene como consecuencia un efecto nivel sobre la evolución de  $A$ , pero no un efecto crecimiento.

La ecuación 39 implica que el crecimiento de  $a_L$  origina un crecimiento inmediato de  $g_A$ . Pero, tal y como muestra el diagrama de fases, como la contribución del conocimiento adicional a la producción de nuevo conocimiento es limitada, la elevación de la tasa de crecimiento del conocimiento no es continua. Tal y como ocurría con el nivel de producción en el modelo de Solow cuando la tasa de ahorro aumentaba, el incremento en  $a_L$  se traduce en una elevación de  $g_A$  seguida de un retorno gradual a su nivel inicial; a partir de ahí, el nivel de  $A$  se desplaza gradualmente a una senda paralela y más elevada que la inicial.

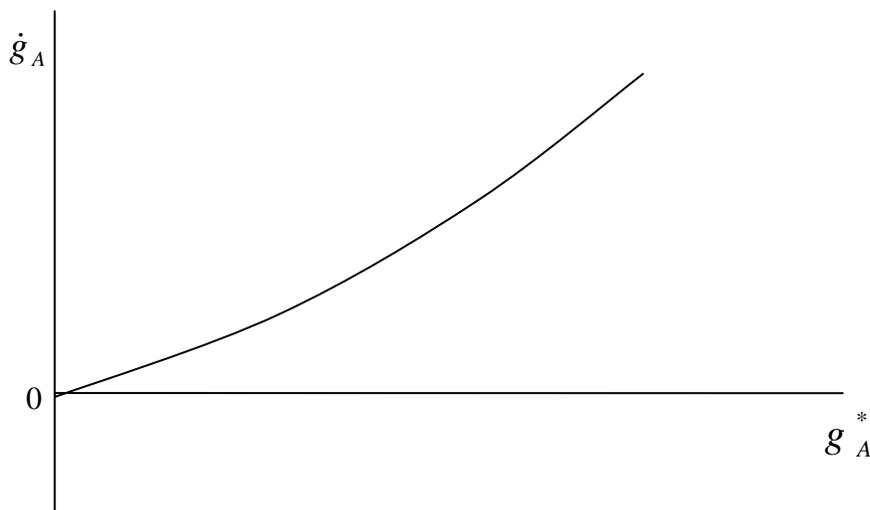
**CASO 2:  $\theta > 1$ .**

El segundo supuesto que hay que analizar es aquel en que  $\theta$  es mayor que la unidad, lo que sucede cuando el incremento de la producción de nuevo conocimiento es más que proporcional respecto al stock existente. En la ecuación 41  $\dot{g}_A = \mathcal{M}g_A + (\theta - 1)g_A^2$ . Cuando  $\theta$  es mayor que 1, esta ecuación implica que  $\dot{g}_A$  es positiva para todos los valores posibles de  $g_A$ ; implica además que  $\dot{g}_A$  crece con  $g_A$  (dado que  $g_A$  debe ser positiva). Es lo que muestra el diagrama de fase del Gráfico 2.

Las implicaciones de este supuesto para el crecimiento a largo plazo son muy distintas a las del caso anterior. Como se muestra en el diagrama, la economía exhibe un crecimiento sistemáticamente creciente más que una tendencia a converger hacia una senda de crecimiento sostenido. De forma intuitiva, se puede decir que en este caso el conocimiento es tan útil a la hora de producir nuevos conocimientos que cada incremento marginal en su nivel se traduce en una cantidad tal de nuevos conocimientos que la tasa de crecimiento del conocimiento, en vez de caer, se eleva. Por ello, una vez iniciada la acumulación, lo que ocurre necesariamente en el modelo, la economía se embarca en una senda de crecimiento permanente.

## GRAFICO 2.

El comportamiento de la tasa de crecimiento del conocimiento cuanto  $\theta > 1$ .



Fuente: Elaboración propia en base a la Nueva Teoría del Crecimiento, Romer (2006).

Los efectos de un incremento en la proporción de la fuerza de trabajo empleada en tareas de I+D son ahora drásticos. De acuerdo con la ecuación 39, un incremento en  $a_L$  genera un aumento inmediato en  $g_A$ , al igual que ocurriría en el caso anterior. Pero  $\dot{g}_A$  es una función creciente de  $g_A$ , así que  $\dot{g}_A$  también se eleva. Y cuando más rápidamente crece  $g_A$ , más rápidamente aumenta su tasa de crecimiento. En consecuencia, un incremento de  $a_L$  provoca una brecha cada vez mayor entre la actual evolución de  $A$  y el comportamiento de esta variable de no haberse producido dicho aumento.

### CASO 3: $\theta = 1$

Cuando  $\theta$  es exactamente igual a 1, el conocimiento existente es capaz de generar nuevos conocimientos justo en la medida necesaria para hacer que dicha producción sea proporcional al stock existente. En este caso, las expresiones 39 y 41, en lo que se refiere a  $g_A$  y  $\dot{g}_A$ , se simplificarían para dar

$$g_A(t) = Ba_L^\gamma L(t)^\gamma \quad (43)$$

$$\dot{g}_A(t) = \eta g_A(t) \quad (44)$$

Si el crecimiento de la población es positivo,  $g_A$  es creciente en el tiempo; en este caso, la dinámica del modelo es similar a la que existía en el caso de  $\theta > 1$ . El gráfico 35 representa el diagrama de fases para este supuesto. (Cuando  $\theta > 1$  o  $\theta = 1$  y  $n = 0$ , el modelo determina no ya que el crecimiento se acelera, sino que aumenta tan rápidamente que la producción se eleva al infinito en un periodo finito de tiempo<sup>14</sup>.

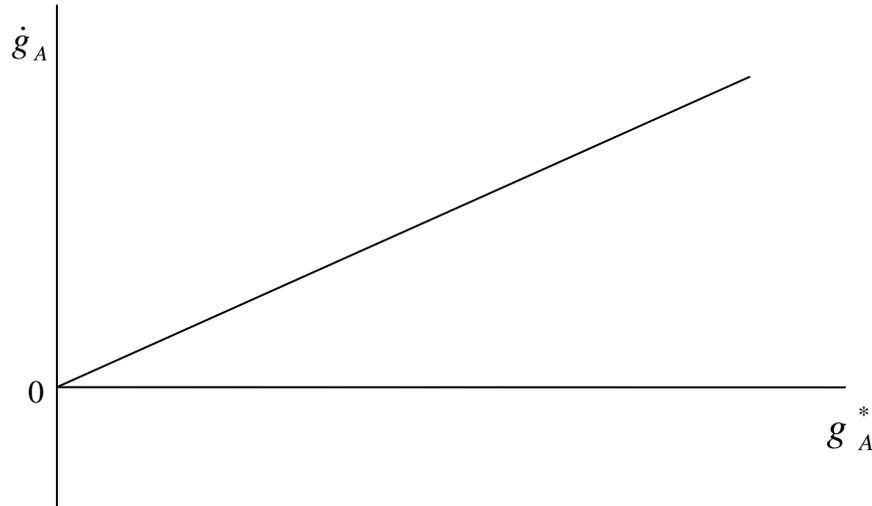
Si el crecimiento de la población es cero (o si  $\gamma$  es cero),  $g_A$  será constante independientemente de cual sea la situación inicial. Por ello, no se produce un ajuste hacia una senda de crecimiento económico sostenido: con independencia de la situación de partida, la economía exhibe inmediatamente una tendencia a crecer de modo continuado. Como muestran las ecuaciones 37 y 43, las tasas de crecimiento, tanto del conocimiento como de la producción por trabajador, son en este caso iguales a  $Ba_L^\gamma L(t)^\gamma$ . Por ello, en este caso,  $a_L$  afecta a la tasa de crecimiento a largo plazo de la economía.

---

<sup>14</sup> Para el caso de  $\theta > 1$  con  $n = 0$  véase Romer (2006:109)

### GRAFICO 3.

El comportamiento de la tasa de crecimiento del conocimiento cuando  $\theta = 1$  y  $n = 0$ .



Fuente: Elaboración propia en base a la Nueva Teoría del Crecimiento, Romer (2006).

Puesto que en esta economía la producción de bienes no tiene otro destino que el consumo, es lógico pensar que se consume por completo. Por tanto,  $1 - a_L$  es la proporción de recursos que la sociedad destina a producir bienes para el consumo corriente, mientras que  $a_L$  es la que se dedica a la producción de un bien, el conocimiento, que será útil para la producción futura. Por ello, podemos tomar  $a_L$  como una medida de la tasas de ahorro de la economía.

Con esta interpretación, este supuesto concreto del modelo ofrece un ejemplo sencillo de que la tasas de ahorro afecta el crecimiento a largo plazo. Los modelos de este tipo son conocidos como *modelos de crecimiento lineal*, también conocidos como modelos  $Y = AK$ .

En estos tres casos se tienen implicaciones distintas, y es que en función de que  $\theta$  sea menor, mayor o igual a 1, habrá rendimientos de escala decreciente, creciente o constante de los factores de producción producidos. El crecimiento del trabajo es exógeno y el capital esta excluido de modelo:

por tanto el conocimiento es el único factor de producción producido. Además, en el sector de producción de bienes, el conocimiento presenta rendimientos constantes, y por ello, en el conjunto de la economía, el que el conocimiento ofrezca rendimientos crecientes, decrecientes o constantes depende de los rendimientos de escala del conocimiento en la producción de nuevos conocimientos (es decir, de  $\theta$ ). Para comprender porque los rendimientos de los factores producidos son esenciales para entender el comportamiento de la economía, se imagina que ésta se encuentra en una senda determinada y que tiene lugar un aumento exógeno de un 1 por 100 de  $A$ . Si  $\theta$  es exactamente igual a 1,  $A$  crecerá también un 1 por 100, es decir, el conocimiento genera nuevos conocimientos justo en la medida necesaria para que el incremento de  $A$  se mantenga. De ahí que el incremento de  $A$  no influya sobre su tasa de crecimiento. Si  $\theta > 1$ , un 1 por 100 de incremento de  $A$  origina un incremento de  $\dot{A}$  superior a ese 1 por 100. por tanto, en este caso, el incremento de  $A$  eleva la tasa de crecimiento de  $A$ . Finalmente, si  $\theta < 1$ , un aumento del 1 por 100 en  $A$  se traduce en un incremento de menos del 1 por 100 en  $\dot{A}$  y, por tanto, la tasa de crecimiento disminuye.

## II. TEORÍA ECONOMÉTRICA.

### 2.1 INTRODUCCIÓN.

El objetivo principal de este capítulo es exponer la teoría econométrica empleada para la evidencia empírica en la investigación realizada, en general se trata sobre la metodología de los modelos VAR (vectores autorregresivos) y Panel de Datos. Para poder explicarlos se parte de una explicación de la metodología de las series de tiempo, se tocan temas importantes como el proceso estocástico, la estacionariedad y las raíces unitarias de las series de tiempo, así como la exposición de la metodología que se emplea para panel de datos. El presente capítulo trata básicamente de la exposición de la metodología econométrica.

### 2.2 SERIES DE TIEMPO.

Las series de tiempo son secuencias de datos de cierto fenómeno o experimento registrado secuencialmente en el tiempo. Para analizar una serie de tiempo, como primer paso se supone el graficar la serie, esto se hace para identificar la tendencia, la estacionalidad y el componente aleatorio. Las series de tiempo se pueden descomponer en alguna de las siguientes formas:

i.  $Y_t = T_t + C_t + E_t + I_t$

ii.  $Y_t = T_t * C_t * E_t * I_t$

iii.  $Y_t = T_t * C_t * E_t + I_t$

A partir de alguna de estas representaciones, se pueden estimar los componentes; tendencia, cíclica, estacional, y residual. Básicamente se pueden diferenciar dos categorías principales para estos métodos: Modelo de Media Móvil y los Modelos Autorregresivos.

El supuesto principal de las series de tiempo es que son generadas por un proceso estocástico. El valor de cada observación  $(y_1, y_2, \dots, y_i)$  de la serie, es una variable aleatoria.

### 2.3 SERIES DE TIEMPO ESTACIONARIAS Y NO ESTACIONARIAS; Y PROCESOS ESTOCÁSTICOS.

En la Econometría existe la suposición de que en los trabajos realizados, los supuestos parten de que las variables utilizadas son estacionarias, es decir, que su distribución de probabilidad no cambian con el tiempo; pero en la realidad, las variables con las que se trabaja no siempre son así, sufren variaciones tanto en su media como, en su varianza; además, de que muchas de estas variables presentan una tendencia a crecer a lo largo del tiempo, a la vez que la variabilidad de las mismas tiende acentuarse.

Una serie estacionaria, considerando una serie temporal como la realización de un proceso estocástico, es estacionaria en sentido débil si tiene momentos de primer y segundo orden finitos y que no varían en el tiempo. Un proceso estocástico puede definirse como una colección indexada de variables aleatorias  $\{ X_t \}$ , donde el subíndice  $t$  toma valores de un conjunto  $T$  dado. Matemáticamente, un proceso estocástico  $x(t)$  es estacionario en sentido débil si;

$$E[x(t_i)] = E[x(t_i + h)] = \mu_1 < \infty \quad (1)$$

$$E[x(t_i)^2] = E[x(t_i + h)^2] = \mu_2 < \infty \quad (2)$$

$$E[x(t_i)x(t_j)] = E[x(t_i + h)x(t_j + h)] = \mu_{ij} < \infty \quad (3)$$

cuando  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  y  $\mu_{ij}$  constantes a lo largo del tiempo.

Cuando se existe la presencia de no estacionariedad únicamente en la media, es decir, en el momento de primer orden, puede recogerse introduciendo elementos deterministas; cuando se da la presencia de tendencias en la varianza origina que las distribuciones utilizadas en la inferencia estándar no sean aplicables, las tendencias en varianza, es decir, que la varianza sea función del tiempo, puede ser provocada por la existencia de raíces unitarias. Un proceso estacionario se define

como uno cuya distribución conjunta y distribución condicional son invariables con respecto al desplazamiento en el tiempo. (Pyndick 2003:519)

#### 2.4. RAÍCES UNITARIAS.

Para obtener una descripción completa de un proceso estocástico, la función de autocorrelación proporciona una descripción parcial del proceso para propósitos de modelaje. Esta función nos dice cuanta correlación hay entre datos individuales contiguos en la serie  $Y_t$ . (Pyndick 2003:524) La función de autocorrelación se define como sigue:

$$\rho_k = \frac{E[(Y_t - \mu_t)(y_{t+k} - \mu_y)]}{\sqrt{E[(y_t - \mu_y)^2]E[(y_{t+k} - \mu_y)^2]}} = \frac{Cov(y_t, y_{t+k})}{\sigma_{y_t} \sigma_{y_{t+k}}} \quad (4)$$

El ejemplo más simple de no estacionariedad en varianza causada por una raíz unitaria en el polinomio autorregresivo es el de la caminata aleatoria:

$$x_t - \phi x_{t-1} = (1 - \phi L)x_t = \varepsilon_t \quad (5) \text{ con } \phi = 1$$

donde los errores, son ruido blanco y  $L$  es el operador retardo, de forma que  $L^* x_t = x_t - 1$ . A estas tendencias en la varianza y que esta causada por la raíz unitaria en el polinomio autorregresivo, se les denomina también tendencias estocásticas; así, en general todos los procesos ARIMA (procesos integrados autorregresivos y de medias móviles), tendrán tendencias estocásticas.

Dentro de las series de tiempo, como ya se menciona anteriormente, se presenta la elaboración de *modelos AR, MA y ARIMA*, recordando que una serie de tiempo que necesariamente tiene que ser estacionaria, para poder ser modelada.

El proceso autorregresivo (AR) nos dice que ya sea  $Y_t$  el PIB en el periodo  $t$ , si se modela  $Y_t$  como:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + u_t \quad (6)$$

donde  $\delta$  es la media de  $Y$  y  $u_t$  es un termino de error aleatorio no correlacionado con media cero y varianza constante  $\sigma^2$  ( es decir; ruido blanco), entonces se dice que  $Y_t$  sigue un proceso estocástico autorregresivo de primer orden, o AR(1). Aquí el valor de  $Y$  en el tiempo  $t$  depende de su valor en el periodo anterior y de un termino aleatorio; los valores de  $Y$  están expresados como desviaciones de su valor medio. En otras palabras, este modelo dice que el valor de pronostico de  $Y$  en el periodo  $t$  es simplemente alguna proporción ( $= \alpha_1$ ) de su valor en el periodo  $(t-1)$  más un “choque” o perturbación en el tiempo  $t$ ; nuevamente los valores de  $Y$  están expresados alrededor del valor de su media.

Si se considera este modelo

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + u_t \quad (7)$$

Entonces, se dice que  $Y_t$  sigue un proceso autorregresivo de segundo orden, o AR(2). Es decir, el valor de  $Y$  en el tiempo depende de sus valores en los dos periodos anteriores, los valores de  $Y$  expresados alrededor de su media  $\delta$ . Para el caso general, se tiene

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t \quad (8)$$

en cuyo caso,  $Y$  es un proceso autorregresivo de orden  $p$ , o AR( $p$ ). Se especifica que en todos los modelos anteriores solamente se están considerando los valores actuales y anteriores de  $Y$ ; no hay otros regresores.

El proceso AR no es el único mecanismo que puede haber generado  $Y$ . En los procesos de media móvil (MA), se supone que  $Y$  en el periodo  $t$  es igual a una constante mas un promedio móvil de los

términos de error presente y pasado. La diferencia de los modelos de proceso media móvil o (MA) es que un proceso de media móvil es una combinación lineal de términos de error con ruido blanco. Para el Proceso de Media Móvil (MA) se supone que se hace un modelo de Y de la siguiente manera:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} \quad (9)$$

donde  $\mu$  es una constante y  $u_t$  al igual que antes, es el término de error estocástico con ruido blanco. Aquí Y en el periodo t es igual a una constante más un promedio móvil de los términos de error presente y pasado.

Y finalmente para un proceso autorregresivo y de media móvil (ARMA), por supuesto, es muy probable que Y tenga características de AR y de MA a la vez y, por consiguiente, sea ARMA. Así  $Y_t$  sigue un proceso ARMA(1,1) si éste puede escribirse como

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} \quad (10)$$

porque hay un término autorregresivo y uno de media móvil. En (10),  $\theta$  representa un término constante. En general, en un proceso ARMA(p,q), habrá p términos autorregresivos y q términos de media móvil.

Para determinar si son estacionarias, que tienen comportamiento como el de caminata aleatoria, se usan pruebas de raíces unitarias que se introducen por David Dickey y Wayne Fuller. Ellos suponen una variable  $Y_t$ , que ha estado creciendo con el tiempo, y se describe mediante la siguiente ecuación:

$$Y_t = \alpha + \beta_t + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (11)$$

La cual tiene una tendencia positiva, es decir, ( $\beta > 0$ ), pero que después de eliminar la tendencia se vuelve estacionaria. Se puede suponer que es estimada mediante OLS y que la estadística t en  $\hat{\rho}$  es significativamente diferente a 1. pero puede suceder que el valor verdadero de  $\rho$  en efecto es 1,

el estimador OLS estará sesgado hacia cero. Por lo tanto, al usar OLS puede rechazar incorrectamente la hipótesis de caminata aleatoria. Por esta causa, Dickey y Fuller derivaron la distribución del estimador  $\hat{\rho}$  que se cumple cuando  $\rho = 1$  y generaron estadísticas para una prueba F simple de la hipótesis de la caminata aleatoria, es decir, que  $\beta = 0$  y  $\rho = 1$ .

Sin embargo un problema que puede existir con la ecuación (11) es que hace la suposición implícita de que no hay correlación serial de ninguna clase en el termino de error. Para probar una correlación serial en el termino de error y aun probar la raíz unitaria, se hace la prueba de Dickey-Fuller aumentada, la cual se lleva a cabo expandiendo la ecuación (11) para incluir cambios rezagados en  $Y_t$  en el lado derecho de la ecuación:

$$Y_t = \alpha + \beta_t + \rho Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \lambda_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Cuando por el contrario se tiene un proceso estocástico que presenta una raíz unitaria en el polinomio autorregresivo, es decir, que presenta el factor (1-L) se dice que el proceso es integrado de orden 1, o I(1), matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$x_t = \frac{\varepsilon_t}{(1-L)} = x_0 + \sum_{i=0}^{t-1} \varepsilon_{t-1} \quad (13)$$

Donde  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ . De modo que la prueba de raíz unitaria se utiliza usando OLS, primero se ejecuta la regresión sin restricción;

$$Y_t - Y_{t-1} = \alpha + \beta_t + (\rho - 1)Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \lambda_j \Delta y_{t-j} \quad (14)$$

y luego se ejecuta la regresión restringida;

$$Y_t - Y_{t-1} = \alpha + \sum_{j=1}^p \lambda_j \Delta y_{t-j} \quad (15)$$

Esta prueba, aunque es utilizada extensivamente, su potencia es limitada pues solo nos permite rechazar o no, la hipótesis de que una variable no es caminata aleatoria.

La aplicación de la diferencia  $\Delta = (1 - L)$ , a una variable con una raíz unitaria en su polinomio autorregresivo la transforma en una nueva variable estacionaria en su varianza. Dado una serie de orden  $d$ ,  $I(d)$ , para transformarla en estacionaria se le deberá aplicar el polinomio  $(1 - L)^d$  y este tiene  $d$  raíces de valor 1, a este test se le refiere como test de raíces unitarias. (Gujarati 2004)

## 2.5 VECTORES AUTORREGRESIVOS (VAR)

En los modelos de ecuaciones simultaneas o estructurales, algunas variables son tratadas como endógenas y otras como exógenas o predeterminadas (exógenas y endógenas rezagadas). Para estimar tales modelos, antes se debe estar seguro de que las ecuaciones en el sistema están identificadas (en forma exacta, o sobreidentificadas). Esta identificación se logra frecuentemente suponiendo que algunas de las variables predeterminadas solo están presentes en ciertas ecuaciones. Esta decisión, a menudo es subjetiva y ha sido severamente criticada por Christopher Sims. (Sims 1980:1-48)

De acuerdo con Sims, si hay verdadera simultaneidad entre un conjunto de variables, todas deben ser tratadas sobre una base de igualdad; no debe haber ninguna distinción *a priori* entre variables endógenas y exógenas. Las variables que deben de ser incluidas en el VAR deben de ser seleccionadas de acuerdo a la relevancia económica del modelo. Es en este contexto que Sims desarrollo su modelo VAR. El termino autorregresivo se refiere a la aparición del valor rezagado de la variable dependiente en el lado derecho, y el termino vector se atribuye al hecho de que se está tratando con un vector de dos (o más) variables.

En los modelos de vectores autorregresivos, modelamos varias series en términos de su propio pasado. Si tenemos dos series  $y_t$  y  $z_t$  un vector autorregresivo consta de ecuaciones tipo;

$$y_t = \delta_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \gamma_1 z_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \gamma_2 z_{t-2} + \dots \quad (16)$$

y

$$z_t = \eta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \rho_1 z_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \rho_2 z_{t-2} + \dots, \quad (17)$$

en donde cada una contiene un error con valor esperado de cero dada la información pasada de  $y$  y  $z$ . En la ecuación

$$y_t = \delta_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \gamma_1 z_{t-1} + u_t$$

$$E(\langle u_t | I_{t-1} \rangle) = 0 \quad (17.1)$$

se supone que un rezago de cada variable captaba toda la dinámica. Las ecuaciones VAR son útiles para pronosticar. En muchos casos, solo nos interesa pronosticar solo una variable,  $y$ , y por tanto solo necesitamos estimar y analizar la ecuación para  $y$ . No se impide añadir otras variables rezagadas a la ecuación (16), digamos  $w_{t-1}, w_{t-2}, \dots$ . Estas ecuaciones se estiman bien mediante MCO si hemos incluido suficientes rezagos de todas las variables y si satisface la suposición de homoscedasticidad para las regresiones de series de tiempo.

Ecuaciones como (16) nos permiten probar si, después de controlar las  $y$ , rezagadas las  $z$  anteriores sirven para pronosticar  $y_t$ . En general, decimos que la  $z$  causa a  $y$ , en el sentido de Granger si

$$E\langle y_t | I_{t-1} \rangle \neq E\langle y_t | J_{t-1} \rangle, \quad (18)$$

en donde  $I_{t-1}$  contiene la información pasada sobre  $y$  y  $z$ , en tanto que  $J_{t-1}$ , comprende solo la información sobre el pasado de  $y$ . El termino “causa” en la expresión “causa en el sentido de Granger” debe interpretarse con cuidado. El único sentido donde  $z$  causa  $y$  se da en (18).

Una vez que asumimos un modelo lineal y decidimos cuantos rezagos de  $y$  deben incluirse en  $E\langle y_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots \rangle$ , podemos con facilidad probar la hipótesis nula de que  $z$  no causa a  $y$  en el sentido de Granger. Para ser más específicos, supongamos que  $E\langle y_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots \rangle$ , depende de tres rezagos

$$y_t = \delta_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \alpha_3 y_{t-3} + u_t$$

$$E\langle u_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots \rangle = 0$$

Ahora, bajo la hipótesis nula de que  $z$  no causa  $y$  en el sentido de Granger, cualquier rezago de  $z$  que se agregue a la ecuación debe tener coeficientes poblacionales de cero. Si añadimos  $z_{t-1}$ , simplemente efectuamos una prueba t sobre  $z_{t-1}$ . Si incorporamos dos rezagos de  $z$ , podemos tener una prueba de significancia conjunta de  $z_{t-1}$  y  $z_{t-2}$  en la ecuación

$$y_t = \delta_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \alpha_3 y_{t-3} + \gamma_1 z_{t-1} + \gamma_2 z_{t-2} + u_t,$$

Para decidir que rezagos incluir de  $y$  y  $z$ , primero se comienza por estimar un modelo autorregresivo para  $y$  y realizamos pruebas t y F para determinar cuantos rezagos de  $y$  deberían aparecer. La inclusión de muchos rezagos consumirá muchos grados de libertad, para no mencionar la posible aparición de multicolinealidad; por otro lado, agregar muy pocos rezagos provocará errores de especificación. Una forma de decidir esta cuestión es utilizar criterios de información como el de Akaike o Schwarz, para después elegir aquel modelo que proporcione los valores más bajos de dichos criterios, para tener la menor pérdida de información. (Gujarati, 2003). Una vez que se ha elegido un modelo autorregresivo para  $y$ , se prueba para los rezagos de  $z$ .

Hay una definición ampliada de la causalidad en el sentido de Granger que suele ser útil. Sea  $\{w_t\}$  una tercera serie. Así,  $z$  causa a  $y$  en el sentido de Granger condicionada a  $w$  si (18) es válida, pero ahora  $I_{t-1}$  contiene información pasada de  $y, z$  y  $w$ , en tanto que  $J_{t-1}$  incorpora información pasada de  $y$  y  $w$ . Desde luego, es posible que  $z$  no causa a  $y$  en el sentido de Granger condicionada a  $w$  es obtenida si se prueba la significancia de la  $z$  rezagada en un modelo para  $y$  que también dependa de las  $y$  y  $w$  rezagadas<sup>1</sup>.

Existe una discusión respecto a las variables en el VAR de acuerdo con la necesidad de que las variables sean estacionarias. Sims (1980) y Sims, Stock y Watson (1990) recomiendan tratar con series en diferencia, si las variables son de una raíz unitaria; el argumento que ellos manejan que la meta del análisis VAR es determinar las interrelaciones de las variables, no determinar las estimaciones de los parámetros.

El argumento principal en contra de las diferencias en las variables, es que se pierde información concerniente a los conmovimientos en los datos (como la posibilidad de las relaciones de cointegración). A su vez, se argumenta que los datos no deben de tener tendencia. En el VAR, una variable con tendencia puede ser aproximada como una variable de raíz unitaria más el impulso. Sin embargo, la creencia de la mayoría es que la forma de las variables en un VAR deben de imitar al verdadero proceso generador de los datos.

### ***2.5.1 Identificación del VAR.***

Para la identificación del modelo se usa la forma recursiva propuesta por Sims (1980). En el caso de dos variables  $\{y_t\}$  se puede ver que el tiempo puede ser afectado por las realizaciones del pasado de la secuencia  $\{z_t\}$  y que a su vez, la secuencia  $\{z_t\}$  puede ser afectado por las realizaciones del

---

<sup>1</sup> Para mayor información véase Wooldridge (2001)

presente y del pasado de la secuencia  $\{y_t\}$ . De esta manera, se puede considerar el siguiente sistema simple bivariado:

$$y_t = b_{10} + b_{12}z_t + \gamma_{11}y_{t-1} + \gamma_{12}z_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad (19)$$

$$z_t = b_{20} + \gamma_{21}y_{t-1} + \gamma_{22}z_{t-1} + \varepsilon_{zt} \quad (20)$$

Donde se asume que tanto (19) como (20) son estacionarias; además  $\varepsilon_{yt}$  y  $\varepsilon_{zt}$  tienen perturbaciones ruido blanco con desviaciones estándar  $\sigma_y$  y  $\sigma_z$  respectivamente. Y que  $\{\varepsilon_{yt}\}$  y  $\{\varepsilon_{zt}\}$  son perturbaciones ruido blanco que no están correlacionadas.

Las ecuaciones (19) y (20) constituyen un vector de autorregresivo (VAR) de primer orden porque el rezago más largo es de una unidad. La estructura del sistema incorpora información porque  $y_t$  y  $z_t$  permiten afectarse el uno al otro. Por ejemplo, si  $-b_{12}$  es un efecto contemporáneo de un cambio unitario de  $z_t$  en  $y_t$ , y  $\gamma_{12}$  es un efecto de un cambio unitario de  $z_{t-1}$  en  $y_t$ . Nótese que los términos  $\varepsilon_{yt}$  y  $\varepsilon_{zt}$  son innovaciones puras (o shocks) en  $y_t$  y  $z_t$ , respectivamente.

Por supuesto si,  $b_{21}$  no es igual a cero,  $\varepsilon_{yt}$  tiene un efecto contemporáneo indirecto en  $z_t$ , y si  $b_{12}$  no es igual a cero,  $\varepsilon_{zt}$  tiene un efecto contemporáneo indirecto en  $y_t$ .

Las ecuaciones (19) y (20) no son ecuaciones presentadas en su forma reducida, pues  $y_t$  tiene un efecto contemporáneo en  $z_t$  y  $z_t$  tiene un efecto contemporáneo en  $y_t$ . Para este sistema existe una transformación del sistema de ecuaciones en una forma más usada. Usando la algebra matricial, se puede escribir el sistema en su forma compacta:

$$\begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix}$$

ò

$$Bx_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde

$$B \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix}, \quad x_t = \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix}, \quad \Gamma_0 = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix},$$

$$\Gamma_1 = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix}, \quad \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix}$$

Haciendo la premultiplicación por  $B^{-1}$ , se permite obtener el modelo VAR en su forma estándar,

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + e_t \quad (21)$$

Donde;

$$A_0 = B^{-1} \Gamma_0$$

$$A_1 = B^{-1} \Gamma_1$$

$$e_t = B^{-1} \varepsilon_t$$

Por propósitos de notación, se puede definir  $a_{i0}$  como un elemento de  $i$ , de un vector de  $A_0$ ,  $a_{ij}$  es un elemento en la fila  $i$ , de la matriz  $A_1$ , y  $e_{it}$  es el elemento de  $i$  del vector  $e_t$ . Usando la nueva notación, se puede reescribir (21), en la forma equivalente:

$$y_t = a_{10} + a_{11} y_{t-1} + a_{12} z_{t-1} + e_{1t} \quad (22)$$

$$z_t = a_{20} + a_{21} y_{t-1} + a_{22} z_{t-1} + e_{2t} \quad (23)$$

Para distinguir entre los sistemas representados en (19) y (20), y (22), (23), el primer sistema se le llama VAR estructural o sistema primitivo, y el segundo sistema es llamado VAR en su forma estándar. Es importante hacer notar que los términos de error (i.e.,  $e_{2t}$ ) son compuestos de dos shocks  $\varepsilon_{yt}$  y  $\varepsilon_{zt}$ . Ya que  $e_t = B^{-1} \varepsilon_t$ , se puede calcular  $e_{1t}$  y  $e_{2t}$  como,

$$e_{1t} = (\varepsilon_{yt} - b_{12} \varepsilon_{zt}) / (1 - b_{12} b_{21}) \quad (24)$$

$$e_{2t} = (\varepsilon_{zt} - b_{21} \varepsilon_{yt}) / (1 - b_{12} b_{21}) \quad (25)$$

Como  $\varepsilon_{yt}$  y  $\varepsilon_{zt}$ , son procesos ruido blanco, se sigue que tanto  $e_{1t}$  y  $e_{2t}$ , tienen media cero, varianza constante y son serialmente no correlacionados individualmente. Para encontrar las propiedades de  $\{e_{1t}\}$ , primero se toma el valor esperado de (24):

$$Ee_{1t} = E(\varepsilon_{yt} - b_{12}\varepsilon_{zt})/(1 - b_{12}b_{21}) = 0$$

La varianza de  $e_{1t}$  es dado por

$$\begin{aligned} Ee_{1t}^2 &= E[(\varepsilon_{yt} - b_{12}\varepsilon_{zt})/(1 - b_{12}b_{21})]^2 \\ &= (\sigma_y^2 + b_{12}^2\sigma_z^2)/(1 - b_{12}b_{21})^2 \end{aligned} \quad (26)$$

De esta manera, la varianza de  $e_{1t}$  es independiente en el tiempo. La autocorrelacion de  $e_{1t}$  y  $e_{1t-i}$  son

$$Ee_{1t}e_{1t-i} = E[(\varepsilon_{yt} - b_{12}\varepsilon_{zt})(\varepsilon_{y,t-i} - b_{12}\varepsilon_{z,t-i})]/(1 - b_{12}b_{21})^2 = 0 \quad \text{para } i \neq 0$$

De manera similar, (26) puede ser usada para demostrar que  $e_{2t}$  es un proceso estacionario con media cero, varianza constante y todas las autocovarianzas con iguales a cero. Un punto crítico para hacer notar es que  $e_{1t}$  y  $e_{2t}$  están correlacionadas. La covarianza de dos términos es

$$\begin{aligned} Ee_{1t}e_{2t} &= E[(\varepsilon_{yt} - b_{12}\varepsilon_{zt})(\varepsilon_{zt} - b_{12}\varepsilon_{yt})]/(1 - b_{12}b_{21})^2 \\ &= -(b_{21}\sigma_y^2 + b_{12}\sigma_z^2)/(1 - b_{12}b_{21})^2 \end{aligned} \quad (27)$$

En general, (28) no será cero por el que los dos shocks serán correlacionados. En un caso especial, donde  $b_{12} = b_{21} = 0$  (i.e., donde no hay efectos contemporáneos de  $y_t$  en  $z_t$  y de  $y_t$  en  $z_t$ ), los shocks no estarán correlacionados. Es útil definir la matriz de varianza-covarianza de los shocks de  $e_{1t}$  y  $e_{2t}$  como

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \text{var}(e_{1t}) & \text{cov}(e_{1t}, e_{2t}) \\ \text{cov}(e_{1t}, e_{2t}) & \text{var}(e_{2t}) \end{bmatrix}$$

Como todos los elementos de  $\Sigma$  son independientes en el tiempo, se puede usar de forma más compacta;

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 \end{bmatrix} \quad (28)$$

Donde  $\text{var}(e_{it}) = \sigma_i^2$  y  $\text{cov}(e_{it}, e_{2t}) = \sigma_{12} = \sigma_{21}$ . (Enders 1995).

### 2.5.2 La función de Impulso Respuesta.

Puesto que los coeficientes individuales estimados en los modelos VAR son, con frecuencia, difíciles de interpretar; se estima la llamada función de impulso-respuesta. Esta función, estudia la respuesta de la variable dependiente en el sistema VAR ante “shocks” en los términos de error. Ese “shock” o cambio modificara la variable dependiente en el periodo actual al igual que en periodos futuros. Dado que la variable dependiente aparece en la regresión, el cambio en  $u_1$  tendrá también un impacto sobre la regresión. En forma similar, un cambio de una desviación estándar en  $u_2$  de la ecuación de la regresión tendrá un impacto sobre la variable dependiente. Esta función de impulso-respuesta estudia el impacto de tales “shocks” durante diversos periodos en el futuro (Gujarati 2003:827).

Justo como una autoregresion tiene una representación de promedio móvil, un vector autoregresivo puede ser escrito como un vector de promedio móvil (VMA). De hecho,  $x_{(t)} = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} A_1^i e_{t-i}$  es la representación del promedio móvil de  $x_{(t)}A_0 + A_1x_{t-1} + e_t$  y que las variables (i.e.,  $e_{1t}$  y  $e_{2t}$ ). El VMA es importante en la metodología utilizada por Sims (1980) pues permite trazar en el patrón del tiempo los shocks que impactan a las variables que están contenidas en el sistema VAR. Como ejemplo, se maneja un modelo de dos variables, de primer orden. Reescribiendo el VAR de dos variables de manera matricial,

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \quad (29)$$

O usando la función de  $x_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} A_1^i e_{t-i}$ , se obtiene,

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} e_{1t-i} \\ e_{2t-i} \end{bmatrix} \quad (30)$$

La ecuación (31) expresa a  $y_t$  y  $z_t$  en términos de las secuencias de  $\{e_{1t}\}$  y  $\{e_{2t}\}$ . De la ecuación

$e_{1t} = (\varepsilon_{yt} - b_{12}\varepsilon_{zt})/(1 - b_{12}b_{21})$  y  $e_{2t} = (\varepsilon_{zt} - b_{21}\varepsilon_{yt})/(1 - b_{12}b_{21})$  puede escribirse como;

$$\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} = \frac{1}{1 - b_{12}b_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix} \quad (31)$$

Por lo que, los términos (23) y (24) pueden ser combinadas de la forma

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix} + \frac{1}{1 - b_{12}b_{21}} \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t-i} \\ \varepsilon_{2t-i} \end{bmatrix}$$

Como la notación es difícil de manejar, se simplifica definiendo la matriz  $\phi_i$  de 2x2, con elementos

$\phi_{jk}(i)$ :

$$\phi_i = \frac{A_1^i}{1 - b_{12}b_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix}$$

Por lo tanto, la representación del promedio móvil (29) y (30) pueden escribirse en términos de las secuencias  $\{\varepsilon_{yt}\}$  y  $\{\varepsilon_{zt}\}$ :

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \phi_{11}(i) & \phi_{12}(i) \\ \phi_{21}(i) & \phi_{22}(i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt-i} \\ \varepsilon_{zt-i} \end{bmatrix} \quad \text{ó de manera más compacta:}$$

$$x_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i \varepsilon_{t-i} \quad (32)$$

La representación del promedio móvil, es una herramienta muy útil para examinar la interacción entre las secuencias  $\{y_t\}$  y  $\{z_t\}$ . Los coeficientes de  $\phi_i$  pueden ser usados para generar los efectos de los shocks de  $\varepsilon_{y_t}$  y  $\varepsilon_{z_t}$  en todo el patrón de tiempo de las secuencias de  $\{y_t\}$  y  $\{z_t\}$ . Es decir, los 4 elementos de  $\phi_{jk}(0)$  son multiplicadores de impacto, lo que significa que por ejemplo, el coeficiente  $\phi_{12}(0)$  es el impacto instantáneo de un cambio en una unidad de  $\varepsilon_{z_t}$  en  $y_t$ . De alguna manera, los elementos  $\phi_{11}(1)$  y  $\phi_{12}(1)$  son las respuestas en un periodo de un cambio unitario de  $\varepsilon_{y_{t-1}}$  y  $\varepsilon_{z_{t-1}}$  en  $y_t$ , respectivamente.

Los efectos acumulados de los impulsos unitarios en  $\varepsilon_{y_t}$  y  $\varepsilon_{z_t}$ , pueden ser obtenidos por la suma de los coeficientes de las funciones de impulso respuesta.

Las 4 series de los coeficientes  $\phi_{11}(i)$ ,  $\phi_{12}(i)$ ,  $\phi_{21}(i)$  y  $\phi_{22}(i)$  son las llamadas funciones de impulso-respuesta. Al trazar las **funciones de impulso-respuesta**, se puede observar el comportamiento de las series  $\{y_t\}$  y  $\{z_t\}$ , en respuesta de varios shocks.

El conocimiento de varios  $a_{ij}$  de la  $\sum$  de la matriz de varianza-covarianza no es suficiente para identificar un sistema primitivo; por lo cual, se impone una restricción adicional al sistema VAR de dos variables, en orden de identificar los impulsos respuestas.

Una posible identificación de la restricción es usar la descomposición de Choleski, tal que  $y_t$  no tenga un efecto contemporáneo en  $z_t$ . Formalmente, esta restricción es representada por  $b_{21} = 0$  en el sistema primitivo. En términos de, (31), los términos de error pueden ser descompuestos como;

$$e_{1t} = \varepsilon_{y_t} - b_{12}\varepsilon_{z_t} \quad (32)$$

$$e_{2t} = \varepsilon_{z_t} \quad (33)$$

Si se usa (33), toda la secuencia de los errores observados de  $\{e_{2t}\}$  son atribuidos a los shocks de  $\varepsilon_{zt}$ . Habiendo calculado la secuencia de  $\{\varepsilon_{zt}\}$ , y con el conocimiento de los valores de  $\{e_{1t}\}$  y el coeficiente de correlación entre  $e_{1t}$  y  $e_{2t}$  permite el calculo de  $\{\varepsilon_{yt}\}$  usando (33). Aunque la descomposición de Choleski restringe el sistema tal que un shock de  $\varepsilon_{yt}$  no tiene un efecto directo en  $z_t$ , pero hay un efecto indirecto de el valor de los rezagos de  $y_t$  que afecta en el valor contemporáneo de  $z_t$ . El punto principal, es que la descomposición tiene fuerza potencialmente a la asimetría en el sistema desde que el shock de  $\varepsilon_{zt}$  tiene un efecto contemporáneo tanto en  $y_t$  como en  $z_t$ . Por esta razón, (32) y (33) se dice que tienen un orden de variables. Un shock directo de  $\varepsilon_{zt}$ , afecta a  $e_{1t}$  y a  $e_{2t}$ , pero en un shock de  $\varepsilon_{yt}$  no afecta a  $e_{2t}$ . Por lo tanto, se dice que  $z_t$  es “causada por”  $y_t$ . Es importante hacer referencia que la importancia de ordenar las variables depende de la magnitud de el coeficiente de correlación entre  $e_{1t}$  y  $e_{2t}$ .

### **2.5.3 La descomposición de la Varianza.**

Como los VARs libres están sobreparametrizados, no hay un pronóstico particular al corto plazo. Para entender, las propiedades de los errores del pronóstico es útil revelar las interrelaciones entre las variables que se encuentran en el sistema. Se supone que se conocen los coeficientes  $A_0$  y  $A_1$ , y se desea conocer el pronostico de los valores de  $x_{t+1}$  condicionado a los valores observados de  $x_t$ . Actualizando la información de

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + e_t$$

Donde

$$A_0 = B^{-1}\Gamma_0$$

$$A_1 = B^{-1}\Gamma_1$$

$$e_t = B^{-1}\varepsilon_t$$

de un periodo (i.e.,  $x_{t+1} = A_0 + A_1 x_t + e_{t+1}$ ) y tomando la esperanza condicional de  $x_{t+1}$ , obtenemos;  $E_t x_{t+1} = A_0 + A_1 x_t$ . Así se puede notar, que el pronóstico de error de un paso adelante, es  $x_{t+1} - E_t x_{t+1} = e_{t+1}$ . Así mismo, podemos considerar el pronóstico de los términos de error de (32) (i.e., la forma VMA del modelo estructural)<sup>2</sup>. Por supuesto, los modelos VMA y el VAR contienen exactamente la misma información pero es conveniente describir las propiedades del pronóstico de los errores en términos de las secuencias de  $\{\varepsilon_t\}$ . Si se usa, (24) el pronóstico condicional de  $x_{t+1}$ , del pronóstico del error un paso adelante es  $\phi_0 \varepsilon_{t+1}$ .

Porque los valores de  $\phi_{jk}(i)^2$  son necesariamente no negativos, la varianza del pronóstico de los errores se incrementa al incremento del pronóstico al horizonte  $n$ . Nótese que es posible la descomposición del proceso de  $n$  paso adelante del pronóstico el error de la varianza conduce a shocks. Respectivamente las proporciones de  $\sigma_y(n)^2$  conducen a shocks en las secuencias de  $\{e_{y_t}\}$  y  $\{\varepsilon_{z_t}\}$  las cuales son;

$$\frac{\sigma_y^2 [\phi_{11}(0)^2 + \phi_{11}(1)^2 + \dots + \phi_{11}(n-1)^2]}{\sigma_y(n)^2} \quad \text{y} \quad \frac{\sigma_z^2 [\phi_{12}(0)^2 + \phi_{12}(1)^2 + \dots + \phi_{12}(n-1)^2]}{\sigma_y(n)^2}$$

El pronóstico de error de la descomposición de la varianza dice la proporción de movimientos en una secuencia debido a sus “propios” shocks en relación son los shocks de otra variable. Si el shock de  $\varepsilon_{z_t}$  no explica el pronóstico de error de la varianza de  $\{y_t\}$  en todos los pronósticos posteriores, se dice que la secuencia de  $\{y_t\}$  es exógena. En esta circunstancia,  $\{y_t\}$  conlleva independencia de los shocks de  $\varepsilon_{z_t}$  y de la secuencia de  $\{z_t\}$ . En el otro extremo, si los shocks de  $\varepsilon_{z_t}$  pueden

---

<sup>2</sup> Para mayor referencia del desglose matemático, véase Enders (1995).

explicar el error de la varianza en la secuencia de  $\{y_t\}$  en todos los pronósticos por venir, quiere decir que por lo tanto,  $\{y_t\}$  será enteramente endógena.

En investigaciones aplicadas es típico explicar el pronóstico de los errores de la varianza de una variable en el corto plazo y en pequeñas proporciones que en largo plazo. Por lo tanto se espera que en este ejemplo, si los shocks de  $\varepsilon_{zt}$  tienen pequeños efectos contemporáneos en la secuencia de  $\{y_t\}$  con un rezago.

Se hace notar que en el caso de la descomposición de la varianza contiene el mismo problema inherente en el análisis de la función de impulso respuesta. En orden de identificar las secuencias de  $\{\varepsilon_{yt}\}$  y de  $\{\varepsilon_{zt}\}$ , es necesario restringir la matriz  $B^3$ . Es útil examinar la descomposición de la varianza en los pronósticos adelante. Cuando  $n$  se incrementa, la descomposición de la varianza tendría que converger, es decir, si el coeficiente de correlación  $\rho_{12}$  es significativamente diferente de cero, se podría obtener las descomposiciones de la varianza bajo varias categorías.

Tanto el análisis de impulso respuesta como la descomposición de la varianza pueden ser herramientas útiles para examinar la relación entre las variables económicas. Si las correlaciones entre varias innovaciones son pequeñas, el problema de la identificación no es especialmente importante. Un ordenamiento alternativo debe de llevara a impulsos respuesta similares a la descomposición de la varianza.

---

<sup>3</sup> Para mayor referencia de las restricción de la matriz  $B$  y de la identificación de  $\{\varepsilon_{yt}\}$  y de  $\{\varepsilon_{zt}\}$ , vease Enders (1995).

## 2.6 MÉTODO DE COINTEGRACIÓN ENGLE Y GRANGER Y PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN.

Para nuestro análisis utilizamos en primer lugar el *método de cointegración*, que fue formalmente tratado por Engle y Granger (1987), en el caso del método de cointegración se considera que si  $\{y_t : t = 0, 1, \dots\}$  y  $\{x_t : t = 0, 1, \dots\}$  son dos procesos I(1), entonces, en general  $y_t - \beta x_t$  es un proceso I(1) para cualquier número.

Si se cumple este proceso, se dice que  $\mathcal{Y}$  y  $\mathcal{X}$  están cointegradas se denomina, el parámetro de cointegración, es decir, en el modelo de cointegración se establece como condición fundamental, que las variables utilizadas en el modelo (Enders 1995), deben presentar una combinación lineal estacionaria entre ellas, es decir, para que se pueda trabajar con datos de series de tiempo, es necesario que estas sean estacionarias, lo cual implica que su media y su varianza no deben depender del tiempo. (Enders 1995)

Para esto es necesario conocer el orden de integración de las series, el que exista una relación de cointegración entre las variables significa que las perturbaciones tienen un efecto temporal, sobre las variables individuales. Es necesario que las variables sean integradas del mismo orden, y que además estén cointegradas, es decir, que exista una combinación lineal estable, con media cero, varianza constante y covarianza cero.

Siguiendo a Engle y Granger (1987), un proceso I(0) se caracteriza por tener:

- Una media constante y una tendencia de la serie a volver a está media cuando se ha desviado de ella. Por lo tanto, tiende a fluctuar alrededor de la media.
- Una función de autocorrelación simple que decrece rápidamente cuando aumentan los retardos;

- Varianza finita e independiente del tiempo,
- “memoria limitada” de su comportamiento pasado. Por lo tanto, los efectos de un shock aleatorio tan sólo son transitorios y van decreciendo en el tiempo,

mientras que las características de un proceso I(1), son:

- el tener un comportamiento divagante, en el sentido que no se mantiene sobre un valor medio a lo largo de su historia,
- las autocorrelaciones tienden a 1 para cualquier retardo;
- la varianza depende del tiempo y tiende a infinito cuando este tiende a infinito;
- el proceso tiene “memoria limitada” y, por tanto, un shock aleatorio tendrá efectos permanentes en el proceso.

La inclusión de variables I(1), o de un orden de integrabilidad mayor, en ecuaciones de regresión origina una serie de problemas que en ocasiones no han sido tenidos en cuenta. En Granger y Newbold (1974), se observan los bajos valores que presentaba el estadístico Durbin-Watson asociado a regresiones espurias, es decir  $DW \cong 2(1-\hat{\rho})$  si,  $DW \cong 0$  entonces  $\rho = \hat{\rho} \cong 1$ , por lo que:

$y_t = \mu + \alpha x_t + \frac{\varepsilon_t}{1-\phi L}$  si  $\phi=1 \Rightarrow \Delta y_t = \alpha \Delta x_t + \varepsilon_t$ . De esta forma se estarían eliminando las raíces unitarias en las variables, causantes de la presencia de tendencias estocásticas. (Wooldrige 2001)

En Phillips (1986) se formalizan estos conceptos y se desarrolla una teoría asintótica par regresiones que incluyan procesos I(1). En este caso se plantea una regresión MCO como:

$$y_t = \mu + \alpha x_t + u_t \tag{34}.$$

donde  $x_t$  y  $y_t$  son dos paseos aleatorios independientes, y se obtienen los resultados siguientes:

- Los coeficientes estimados no convergen en probabilidad cuando aumenta la muestra y, por lo tanto, son inconsistentes;
- El estadístico R2 tiene una distribución que converge a una variable estocástica.
- El estadístico DW tiende a cero.

Las pruebas de raíces unitarias de Dickey-Fuller y de Phillips-Perron se utilizan para determinar el grado de integración de las series, sin embargo las series tienen que ser transformadas en logaritmos.

Las pruebas de raíces unitarias nos permiten ver el grado de integración de las series. Por lo tanto, podemos realizar una combinación lineal de dos series no estacionarias integradas del mismo orden para generar una serie estacionaria.

En 1979, se propone dos contrastes para el caso en que un proceso sea un paseo aleatorio bajo la hipótesis nula y un proceso AR(1) estacionario bajo la alternativa, este contraste es propuesto por Dickey y Fuller. En 1981 lo amplían para el caso en que el proceso siga un esquema AR(p) estacionario bajo la hipótesis alternativa. A este contraste se le conoce como Dickey- Fuller ampliado el cual se ha mencionado en el apartado anterior.

En este contraste se supone que  $x_t$  sigue un esquema AR(p) :

$$x_t = \sum_{i=1}^p \phi_i x_{t-i} + \varepsilon_t, \text{ con } \varepsilon_t \approx RB$$

En MCO, el modelo equivalente al anterior:

$$\Delta x_t = \alpha x_{t-1} + \varepsilon_t \tag{35}$$

Los primeros estudios sobre la cointegración fueron realizados por Engel y Granger en 1987; ellos encontraron que las series cointegran si las series son del mismo orden de integración (d) y donde existe una combinación lineal de ambas series; muestran que, en el caso de cointegración, el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios produce resultados consistentes para los parámetros de la ecuación, muestran también que las pruebas de hipótesis usuales no son válidas.

Ellos muestran también que, en el caso de dos variables, la ecuación de cointegración está identificada por la condición de que es la única combinación lineal de las variables con varianza finita, el que exista una relación de cointegración entre un conjunto de variables significa que las perturbaciones tienen un efecto temporal sobre dicha relación,  $\alpha'Y_t$ , mientras que tienen un efecto permanente sobre las variables individuales.

La existencia de una relación de cointegración entre un conjunto de variables puede interpretarse como la existencia de una relación lineal de equilibrio entre ellas, dada por el vector de cointegración.

Aunque las variables implicadas en la relación sean integradas, es decir, con varianza infinita a largo plazo, existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables tal que las situaciones de desequilibrio son de carácter estacionario  $I(0)$  y, por tanto, transitorias.

*El método de Johansen* se basa en generar un vector de corrección de errores con un enfoque matricial; ya que, los estudios de Johansen se basan en la construcción de modelos VAR, en esta clase de modelos se corren a las variables con sus rezagos en el tiempo dentro de un sistema de ecuaciones; al incorporar este vector de corrección de errores al modelo, éste, permitirá capturar los efectos en el largo plazo y también ajusta los efectos en el corto plazo.

Es en esta prueba en donde se considera la hipótesis nula la no cointegración, y la hipótesis alternativa es la de cointegración, para aceptar la hipótesis alternativa, se tiene que el valor de la traza sea superior a la probabilidad de 5% o al 1%. Esto se da al comparar entre la prueba de la traza y los valores críticos.

## **2.7 PANEL DE DATOS.**

En el caso de los *modelos econométricos para datos de Panel*, es importante describir lo que es un conjunto de datos de panel; estos conjuntos de datos cuentan con una característica básica, de que constan con observaciones muestrales independientes, se refieren a *datos de panel* cuando N es grande (varios, cientos o incluso miles) relativo al número de períodos de observación  $T_i$  (normalmente de 2 a 10 períodos en la mayoría de los casos y raras veces excediendo 20 observaciones temporales).

Esta técnica permite realizar un análisis más dinámico al incorporar la dimensión temporal de los datos, lo que enriquece el estudio, particularmente en períodos de grandes cambios. Esta modalidad de analizar la información en un modelo de panel es muy usual en estudios de naturaleza microeconómica. La aplicación de esta metodología permite analizar dos aspectos de suma importancia cuando se trabaja con este tipo de información y que forman parte de la heterogeneidad no observable: i) los efectos individuales específicos y ii) los efectos temporales.

En lo que se refiere a los efectos individuales específicos, se dice que estos son aquellos que afectan de manera desigual a cada uno de los agentes de estudio contenidos en la muestra (individuos, empresas, bancos) los cuales son invariables en el tiempo y que afectan de manera directa las decisiones que tomen dichas unidades. Usualmente se identifica este tipo de efectos con cuestiones

de capacidad empresarial, eficiencia operativa, capitalización de la experiencia, acceso a la tecnología, etc. <sup>4</sup>

Los efectos temporales serían aquellos que afectan por igual a todas las unidades individuales del estudio pero que no varían en el tiempo. Este tipo de efectos puede asociarse, por ejemplo, a los choques macroeconómicos que pueden afectar por igual a todas las empresas o unidades de estudio.

Si  $T_i=T$ , es decir, si se observa el mismo número de veces a todas las unidades transversales, se dirá que el panel de datos está completo o equilibrado (*balanced*); en otro caso se dirá que el panel es incompleto (*unbalanced*).

Para controlar la presencia de efectos inobservables individuales se supone que, donde  $\alpha_i$  recoge la heterogeneidad transversal persistente no observada y  $v_{it}$  representa el término de perturbación clásico. Según que se asuma que el efecto  $\alpha_i$  es un parámetro fijo o una variable aleatoria se tendrá el *modelo de efectos fijos* o el *modelo de efectos aleatorios*.

Cuando también existen efectos temporales persistentes y no observados, se considera la descomposición, donde ahora  $\delta_t$  representa dichos efectos temporales inobservables (específicos de cada período y no incluidos explícitamente entre los regresores).

En el caso del uso de datos de panel, se puede controlar la heterogeneidad individual, es decir, a través del uso de datos de panel se puede controlar este efecto en específico sea transversal o temporal. Además de manejar mayor información, con mayor grado de variabilidad, se maneja un

---

<sup>4</sup> Véase Burdisso (1997).

mayor número de grados de libertad debido a que existe un reducido nivel de colinealidad entre los regresores, lo que ya como resultado que se obtengan estimaciones más eficientes.

Los modelos de datos de panel pueden dividirse en dos, los modelos de efectos fijos y los modelos de efectos aleatorios.

El **modelo de efectos fijos** es conocido también como modelo mínimo-cuadrático con variables ficticias o modelo de covarianza y toma la forma  $Y_{it} = \alpha_i + x_{it}\beta + v_{it}$  para  $i=1,\dots,N$  y  $t=1,\dots,T_i$ .

Considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que las unidades de corte transversal se diferencian por características propias de cada una de ellas, medidas por medio del intercepto. Es por ello que los  $N$  interceptos se asocian con variables dummies con coeficientes específicos para cada unidad, los cuales se deben estimar.

Agrupando las observaciones temporales, para cada unidad transversal se tiene  $Y_{it} = i\alpha_i + X_{it}\beta + v_{it}$  y, agrupando las unidades transversales se llega al modelo

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i & 0 & \dots & 0 \\ 0 & i & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_N \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_N \end{bmatrix}$$

que matricialmente se puede escribir como  $y = D\alpha + X\beta + v$ .

El estimador que se obtiene se denomina de efectos fijos, o también intra-grupos (*within*).

Suponiendo que los términos de perturbación aleatorios cumplen que  $v_{it} \approx IID(0, \sigma_v^2)$  y que las variables  $x_{it}$  son independientes de los mismos, se puede demostrar que  $\hat{\beta}_{EF}$  es un estimador

insesgado y consistente si se verifica que  $NTi \rightarrow \infty$  ( $Ti$  puede ser fijo y cumplirse que  $N \rightarrow \infty$ ), mientras que  $\hat{\alpha}$  es insesgado pero no será consistente salvo que se cumpla que  $Ti \rightarrow \infty$  para cada unidad  $i$ . El estimador de efectos aleatorios ó estimador intra-grupos, se obtiene de la siguiente manera:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + C + \varepsilon_{it}$$

$T=2$

$$\Delta Y_{it} = \beta \Delta X_{it} + \Delta \varepsilon_{it}$$

estimador intra-grupos.

$$\bar{Y}_i = \sum_{t=1}^T Y_{it} \qquad \bar{\alpha}_i = \sum_{t=1}^T \alpha_{it}$$

$$\bar{X}_i = \sum_{t=1}^T X_{it} \qquad \bar{\varepsilon}_i = \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}$$

$$Y_{it} - \bar{Y}_i = (X_{it} - \bar{X}_i)\beta + (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i)$$

$$\bar{Y}_i = \bar{X}_i\beta + \bar{C}_i + \bar{\varepsilon}_i$$

$$\Delta Y_{it} = \Delta X_{it}\beta + \Delta \varepsilon_{it}$$

$$BCV = \frac{\sum \sum (X_{it} - \bar{X}_i)(Y_{it} - \bar{Y}_i)}{\sum \sum (X_{it} - \bar{X}_i)^2}$$

En *el modelo de efectos aleatorios*, en lugar de suponer la heterogeneidad inobservable fija, se supone aleatoria; así, se parte de que  $\alpha_1 \approx IID(0, \sigma_\alpha^2)$ ,  $v_{it} \approx IID(0, \sigma_v^2)$  siendo ambas variables aleatorias independientes entre si, y se supone de nuevo que las variables  $x_{it}$  son independientes de las variables  $\alpha_1$  y  $v_{it}$

El modelo de efectos aleatorios, también llamado modelo de componentes del error, es apropiado cuando las  $N$  unidades transversales son una muestra (aleatoria) de una población mayor (individuos, familias, empresas, etc.); en este caso cabe esperar que el efecto individual se

caracterice mejor por una variable aleatoria y las inferencias que se realicen serán respecto a la población y no respecto a la muestra aleatoria extraída. Por el contrario, el modelo de efectos fijos es más apropiado cuando el análisis se centra sobre un conjunto específico de N unidades, y la inferencia que se haga será condicional al comportamiento de dicho conjunto particular. Bajo la hipótesis de efectos aleatorios, el término de error compuesto  $e_{it}$  tendrá la estructura:

$$E[e_{it}e_{js}] = \begin{cases} \sigma_{\alpha}^2 + \sigma_v^2 & i = j, t = s \\ \sigma_{\alpha}^2 & i = j, t \neq s \\ 0 & i \neq j \end{cases}$$

con el método de mínimos cuadrados generalizados, se resuelve el problema de heterocedasticidad y autocorrelación, y con la obtención del nuevo estimador  $\hat{\beta}_{GLS}$  se cumplen los supuestos.

Se tiene que  $Y = X\beta + u$  y se tiene que  $\exists \Omega$  que es positiva y definida, y  $\Omega = \sigma^2 x_t^2$  y que  $\exists P \Rightarrow P\Omega P' = I$  que tiene esa propiedad, P transforma las variables para perder la heterocedasticidad.

De esta forma podemos hacer la transformación,

$$Y = X\beta + u$$

cuando se multiplica por P, se tiene  $PY = PX\beta + Pu$  y reescribiendo, tenemos  $Y^* = X^*\beta + u^*$  matricialmente, se tiene:

$$\begin{bmatrix} y_{11} \\ \vdots \\ y_{1T} \\ \dots \\ y_{21} \\ \vdots \\ y_{2T} \\ \dots \\ \vdots \\ y_{n1} \\ \vdots \\ y_{nT} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{211} & \dots & x_{k11} \\ \vdots & & & \\ 1 & & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{21T} & & x_{k1T} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_{221} & & x_{k21} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{2n1} & & x_{kn1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_{2nT} & & x_{knT} \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} w_{11} \\ \vdots \\ w_{1t} \\ \dots \\ \vdots \\ w_{2t} \\ \dots \\ \vdots \\ w_{n1} \\ \vdots \\ w_{nt} \end{bmatrix}$$

$$y_{1t} = x'_{kit} \beta + w$$

$$y_{1t} = \alpha + x_{kit} \beta + u_i + \varepsilon_i$$

En este modelo  $U_i$ , se manejan como variables aleatorias  $y_{1t} = \alpha + x_{kit} \beta + u_i + \varepsilon_i$ , la diferencia fundamental en este modelo es que la matriz de covarianzas  $\text{cov}(U_i, X_{it})=0$  a diferencia de los efectos fijos que es distinta de 0, en este modelo, se da la covariación entre los efectos no observables y las variables explicativas, además, de que se trabaja como una muestra de la población aleatoria.

El modelo de efectos aleatorios agrupa los errores  $y_{it} = x_{it} \beta + u_i + e_{it}$ , donde  $w_{it} = u_i + e_{it}$ , el efecto no observable se incluye dentro de las variables aleatorias. Los supuestos de este modelo son:

- $E(u_i) = E(\varepsilon_{it}) = 0$
- $\text{var}(\varepsilon_{it}) = \sigma_\varepsilon^2$
- $\text{var}(u_i) = \sigma_u^2$
- $\text{cov}(\varepsilon_{it}, u_j) = 0 \quad \forall i, t, j$
- $\text{cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}) = 0$  si  $t \neq s$  ó  $i \neq j$

- $\text{cov}(u_i, u_j) = 0$  si  $i \neq j$
- $\text{cov}(u_i, x_{it}) = \text{cov}(\varepsilon_{it}, x_{it}) = 0$

Se utiliza el modelo GLS, y se saca la matriz de covarianzas y varianza de los residuales para un solo individuo en el tiempo. Esto es para la autocorrelación y la homocedasticidad.

Con base en estos supuestos, se obtienen los estimadores, tanto para efectos fijos como para efectos aleatorios,  $\beta_{GLS} = (x'x)^{-1}x'y$ ,  $\beta_{GLS} = (x'v^{-1}x)^{-1}x'v^{-1}y$

Para identificar que modelo utilizar ya sea de efectos fijos u efectos aleatorios, se utiliza la prueba de Hausman, la cual indica que ya sea la hipótesis nula, se utilizaría efectos aleatorios en donde la prob. > 0.05 y al contrario la hipótesis alternativa en donde sería efectos fijos, la probabilidad de esta sería < 0.05.

Esta prueba se comporta como una:

$$\chi^2 = ([\hat{\beta}_{LSDV} - \hat{\beta}_{GLS} \mathbb{I}v(\hat{\beta}_{LSDV}) - v(\hat{\beta}_{GLS})]^{-1})$$

$$= (\hat{\beta}_{LSDV} - \hat{\beta}_{GLS})$$

Y si  $\chi_c^2 > \chi_t^2$ , se rechaza la hipótesis nula, y si  $\chi_c^2 = \chi_t^2$ , se aceptan los efectos aleatorios los cuales serian consistentes y eficientes, al contrario de los efectos fijos, que serían inconsistentes (Wooldridge, 2001:250).

### **III. EVIDENCIA EMPÍRICA. MODELOS ECONOMETRÍCOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO INCLUYENDO EL CAPITAL HUMANO .**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN.**

En el presente capítulo se pretende abordar la evidencia empírica presentada por diversos autores en torno a investigaciones que conllevan modelos econométricos tanto modelos de cointegración, como modelos de panel de datos, los cuales enfatizan el papel del capital humano como uno de los principales factores del crecimiento económico. En este sentido, el objetivo de presentar los distintos resultados a los que llegan los diferentes autores, es con el fin de evaluar los resultados encontrados por estos autores y contrastarlos con los obtenidos en esta investigación.

#### **3.2 EVIDENCIA EMPÍRICA, MODELOS ECONOMETRICOS QUE INCLUYEN CAPITAL HUMANO.**

De acuerdo a la economía del desarrollo, el desarrollo de un país es en un proceso mediante el cual se mejora la calidad de vida de la sociedad, así la economía debe contribuir al mejoramiento de las condiciones no solo económicas, sino también políticas, sociales, ecológicas y culturales a fin de generar oportunidades y recursos para que la población piense, se organice y participe en los cambios<sup>1</sup>.

El crecimiento económico establece vínculos que llevan hacia un mayor desarrollo humano (Ranis 2000). Esta relación puede darse mediante; el mismo PIB puede ir acompañado de desempeños distintos de desarrollo humano, tales como factores sociales, políticos e institucionales los cuales son los determinantes de la forma en que se asignan los recursos.

---

<sup>1</sup> Definición que corresponde a Carrillo H M. (1978: 75-97)

De esta manera, el impacto del crecimiento será mayor sobre el desarrollo humano mientras el ingreso se distribuya de una forma menos desigual y los hogares asignen una mayor proporción de sus ingresos en la formación de capital humano, lo que a su vez depende en gran medida del nivel de educación inicial y el control sobre el uso del ingreso en el hogar por parte de las mujeres.

La segunda cadena propone que el desarrollo humano establece vínculos que llevan hacia un mayor crecimiento económico. En este caso, a mayores niveles de desarrollo humano, que es medido por el IDH (índice de desarrollo humano), el nivel de la actividad económica será afectado a través de la mejora de las capacidades de las personas; lo cual se traduce en una mayor productividad, desarrollo y crecimiento económico del ingreso per capita.

La literatura empírica sobre la contribución del capital humano al crecimiento económico ha sido abundante (Schultz, 1961; Denison, 1962, 1967, 1983, 1985; Psacharopoulos, 1988; Simmons, 1979, Barro, 1991), Sin embargo, este enfoque ha tomado como indicadores sólo los relacionados con los niveles educativos. Es en este punto donde se desprende una de las primeras críticas al concepto: el capital humano se refiere a un fenómeno más amplio que sólo educación (véase Havenman (1984) y Rachman-Moore, Wolfe, (1984)).

En este sentido, las estimaciones de la contribución del capital humano a la productividad pasan por alto los aportes de aspectos tales como la salud y, en general, aquellos que tienen que ver con un mayor bienestar de la población. No obstante, el problema principal en la medición del concepto de capital humano radica en el hecho de que no se refiere a una característica que pueda ser directamente observable y mucho menos totalmente confiable.

Coc y Helpman (1995), presentan un modelo empírico basado en teorías de crecimiento económico que tratan comercialmente de la orientación de los esfuerzos de la innovación, y esta innovación es

tratada como un motor del progreso tecnológico; este modelo también aborda el papel de los tratados internacionales en el crecimiento económico y cuando estos son introducidos al modelo. Además, concluyen que la productividad depende del stock de capital doméstico, así como de cualquier spillover internacional, es decir, del comercio internacional de las ideas, tecnologías, nuevas formas de organización, patentes, etc.

Benhabid y Spiegel (1994) realizan un modelo en donde el crecimiento del factor total de productividad, es explicado por el nivel de capital humano. En este modelo se utilizan pruebas de raíces unitarias con 20 series de tiempo, se hace un modelo de corrección de errores y de cointegración con Engel y Granger. Los resultados obtenidos muestran que los coeficientes son del signo esperado, así como la T-statistic en los residuales y también muestran que las ecuaciones están cointegradas. En caso de que el capital humano este cointegrado, es tomado como un factor de producción y como una variable de productividad.

En *Economic Growth*, Chen, (1995) hace un análisis sobre los estudios de Romer, y como estos estudios sobre el crecimiento de las economías son importantes, sobre todo en el largo plazo, y añaden que el conocimiento de estas economías, es de hecho más importante que las fluctuaciones a corto plazo.

Guisán Ma. Carmén (2003) enfatiza el papel del capital humano en todos sus estudios, principalmente enfatiza la influencia de éste en el crecimiento de la economía. En su trabajo de “Capital humano y capital físico en la OCDE...”<sup>2</sup> en donde se observa el efecto que el capital humano ejerce sobre el capital físico; además se aplica el análisis de la situación que ocupa la educación en los países de la OCDE en un periodo de 1965-1990.

---

<sup>2</sup> Neira, Isabel, Guisan Carmen. Capital humano y capital físico en la OCDE, su importancia en el crecimiento económico en el periodo 1965-1990. *Econometrics. Working paper. Series Economic Development* 26

Los resultados a los que llega son que efectivamente el capital humano ejerce un efecto positivo sobre la acumulación del stock de capital físico, frente a alternativas especificaciones como el PIB per capita o el grado de apertura del país. En otro estudio hace una estimación de diferentes modelos que incluyen el capital humano como factor en la función de producción, medido a través del nivel educativo de la población activa, en este trabajo “Educación y Crecimiento: una perspectiva mundial”<sup>3</sup> los resultados de las estimaciones confirman la importancia de la educación para el crecimiento económico para 1960 - 1990, así como su calidad educativa medida a través del gasto educativo.

En Guisan, Cancelo y Díaz (1997) y en Guisan, Cancelo, Aguayo y Díaz (2003) se analizan los diversos impactos que tiene la educación sobre el desarrollo, y esto se realiza a través de modelos econométricos interregionales que analizan la contribución de la educación, del gasto en I+D, al desarrollo regional en Europa.

Canudas, Rocío del Carmen, (2001) hace estudios econométricos explorando la influencia del capital humano en el crecimiento de la productividad industrial de México en el periodo 1960-1993, así mismo hace alusión a estudios donde se hacen énfasis en la importancia del capital humano, como condición para el logro del crecimiento económico, principalmente el crecimiento económico a largo plazo.

Así mismo, en este trabajo que contiene una base de datos de corte transversal por entidades, series de tiempo quinquenales, en donde la unidad de observación fue el sector industrial. Se toma como base el modelo de Barro (1991), donde la técnica de estimación es mediante el análisis de regresión múltiple mediante la técnica de MCO, en donde los resultados arrojan que existe presencia de correlación seriada y heterocedasticidad, y se utiliza la técnica de los mínimos cuadrados

---

3 Guisan.

ponderados para la presencia de homocedasticidad. En este trabajo los resultados dicen básicamente que la inversión en capital humano es una de las fuentes básicas del crecimiento de la productividad industrial en México durante el periodo 1960 -1993.

Neira en su trabajo del Capital humano en América Latina (2002), tiene como objetivo el análisis de la contribución de la educación al crecimiento económico de una serie de países; aquí se hace un análisis del grado de educación del capital humano y se realiza una estimación del efecto del capital humano sobre el stock de capital físico. Cabe señalar que esta última estimación se trata de un efecto “indirecto” sobre el crecimiento económico.

Los resultados a los que llega Neira a través de sus estimaciones indican que efectivamente existe un efecto positivo tanto del capital físico como del capital humano sobre el stock de capital, en donde para este caso, el efecto del capital humano es mayor en los países más ricos, tal y como sucede para países de la OCDE.

En trabajos como los de Guisan y Neira(1997) se hacen modelos econométricos en donde el efecto que el capital humano tiene sobre el crecimiento se estudia a través de dos ecuaciones, la primera de ellas se representa en la ecuación (33), la cual señala el efecto directo del capital humano sobre la producción per capita:

$$\log(pib / pob) = a + \beta \log(K / pob) + \alpha \log(L / pob) + \gamma \log(H) + \delta \log(pob) \quad (1).$$

El análisis de las variables de capital físico y humano indican que son aquellos países con mayores niveles de capital físico, los que incrementan a su vez el capital humano. Y la segunda ecuación que viene dada por el efecto directo sobre el capital físico, esta analizada por medio de datos con PANEL de 19 países, con datos de la OCDE; esta ecuación es la siguiente:

$$KAPH = \beta_1 PIBH(-5) + \beta_2 PS2 + \varepsilon_t \quad (2)$$

En la ecuación anterior, el PIB(-5) representa la riqueza inicial de un país, y el KAPH(-5) el nivel de stock de capital por habitante. Los resultados señalan que es fuerte la correlación entre el capital físico y humano entre los países de la OCDE.

Existen sin embargo, diversos enfoques empíricos, que tratan el crecimiento económico, y el efecto del capital humano sobre este, de diversas maneras, el primero de ellos define la anterior relación como el efecto tasa y el segundo como el efecto nivel.

Uno de los que utilizan el efecto nivel es Barro (1991) y (1997), que utiliza una muestra de 80-100 países para un periodo de 1960-1990, y su estimación es a través de MCO, MC3E, SUR y Panel.

Barro utiliza como variable dependiente el crecimiento del PIB quinquenal y como variables explicativas al PIB, la esperanza de vida y el capital humano, todas ellas referidas al periodo inicial, así como al comercio exterior, consumo del gobierno y un índice que mide el grado de democracia de un país. La variable de capital humano que él utiliza son los años de escolarización de la población activa y los años de escolarización de la población. Los resultados a los que él llega son que efectivamente el efecto del capital humano sobre el crecimiento económico es positivo, además de que acelera el ratio de convergencia entre países.

Otros de los autores que ocupan el efecto de nivel, son Mankiew, Romer y Weill (1992), ellos aplican el estudio sobre una muestra de 22 países de la OCDE en un periodo de (1960-1985). Su estimación es a través de MCO, donde utilizan como variable dependiente al PIB por persona activa y Log diferencia PIB por persona activa, y como variables explicativas al PIB inicial, la tasa de crecimiento de la población activa y la inversión como proporción del PIB.

La variable de capital humano que utilizan es el porcentaje de población con estudios secundarios y los resultados que obtienen es que existe un efecto positivo del capital humano sobre el crecimiento económico y sobre el capital físico, y debido a esto aumenta la velocidad de convergencia que se presenta en el modelo de Solow.

Por el contrario un modelo empírico de efecto tasa lo hace Romer (1990) con una muestra de 112 países en un periodo de 1960-1985, su método de estimación es a través de MCO, en este caso la variable dependiente es el crecimiento del PIB total, y las variables explicativas son el PIB inicial, la inversión como proporción del PIB, y la proporción del consumo del gobierno, la variable de capital humano en este caso es la tasa de alfabetización de la población. Los resultados que se obtienen durante este estudio igual que en otros, son que existe un efecto positivo de la educación en el crecimiento, además de una correlación entre el capital humano y el capital físico, un efecto “catch-up” de la tecnología, en los países pobres esta podría desarrollarse más rápido lo que potencia la convergencia.

Garza (1994) afirma que el capital humano revela gran importancia al explicar las variaciones en el crecimiento económico de las entidades federativas de México. Su estudio comprende el período de 1970 a 1988 y lo refiere al crecimiento del producto estatal bruto per cápita. Encuentra que el 70 por ciento de las variaciones en el crecimiento interestatal pueden ser explicadas por la acumulación de capital físico y humano, así como por el crecimiento poblacional.

Las mismas fuentes de crecimiento son reportadas por Mendoza (1997). Este trabajo emplea una base de datos nacional, es decir, no está desagregada por entidades federativas y abarca el período de 1970 a 1996. El autor señala que las fuentes en el crecimiento del producto han sido el empleo, el capital físico y el humano. El primero de estos factores ha sido, con mucho, la principal fuente de crecimiento.

Por otro lado, Azariades y Drazen (1990) muestran que a medida que se acumula capital humano, su importancia aumenta, de manera que existe un umbral a partir del cual la educación ejerce un efecto positivo sobre el crecimiento a través de externalidades que generan rendimientos crecientes constantes a escala. Más aún, dichas externalidades pueden no circunscribirse únicamente al concepto clásico de capital humano-conocimiento-tecnología.

Existe una nueva y prometedora literatura sobre el concepto de capital social, la cual señala que la educación ejerce su influencia también a través de elementos sociales claves para el crecimiento, tales como la calidad de los políticos, la eficiencia y estabilidad de las instituciones, la predisposición para adoptar nuevos progresos y productos tecnológicos, etcétera (véase, por ejemplo, Ahn y Hemmings, 2000).

Ambos razonamientos sugieren que existen indicios del efecto del capital humano sobre el crecimiento, el cual puede necesitar de un nivel determinado o masa crítica para ejercer su influencia a través de las externalidades comentadas anteriormente.

La existencia de un umbral o masa crítica a partir del cual el capital humano empezaría a ejercer su influencia en el crecimiento económico podría explicar en parte, los dispares resultados obtenidos por los distintos trabajos que estiman la contribución de la educación al capital humano y al crecimiento económico.

Al estimar los modelos con datos de sección cruzada o datos de panel, el signo negativo o la no significatividad de los coeficientes del capital humano puede ser explicada debido a que una gran variedad de países integrados en las estimaciones y los periodos utilizados podrían encontrarse en periodos de su desarrollo en los que no han alcanzado aún el umbral

necesario para que la inversión en capital humano tenga efectos positivos sobre el crecimiento. Al contrario, para los resultados de las estimaciones con resultados positivos la selección de países y periodos pueden haber sobrepasado el umbral en el que el capital humano es significativo positivo. (Sosvilla, 2003).

## **IV. EVIDENCIA EMPÍRICA.**

### **4.1 INTRODUCCIÓN.**

El presente capítulo primero se ofrece un análisis introductorio sobre el contexto económico y una descripción de la educación en México desde 1970. La intención es analizar el papel que ha jugado el capital humano dentro del crecimiento económico. En la evidencia empírica se utiliza la metodología econométrica de los vectores autorregresivos (VAR) y un análisis de impulso-respuesta con el fin de demostrar como afectan las variables al crecimiento económico en el caso de México y si es, en este caso el capital humano uno de los factores que afecta de manera significativa al crecimiento económico.

Después de mostrar el papel del capital humano en la economía mexicana, se hace un estudio para algunos países de América Latina, al igual que en el estudio de México, se muestra un análisis del papel que ha desempeñado el capital humano en aquellos países. Para este segundo caso, como evidencia empírica se muestra un modelo de panel de datos, el cual intenta comprobar cuales son los determinantes mas importantes del crecimiento económico de algunos países de América Latina, y si es en este caso, un factor importante, el capital humano.

### **4.2 LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO Y LOS FACTORES DETERMINANTES DE LA ASIGNACION DE RECURSOS A I+D.**

Hasta ahora se ha descrito la variable “A”, como fruto de las actividades de I+D (investigación más desarrollo), simplemente como conocimiento. Pero el conocimiento se manifiesta de muchas maneras, de modo que es útil pensar en él como un “*continuum*” en el que pueden encontrarse diferentes tipos de saber, desde el más abstracto hasta el conocimiento más inmediatamente aplicable. En un extremo se tiene el conocimiento científico básico susceptible de una amplísima gama de aplicaciones, en el otro extremo se encontraría el conocimiento sobre objetos concretos.

Entre ambos se encuentra una amplia gama de ideas, desde el diseño de cosas concretas hasta la invención de nuevos instrumentos.

Muchas de estas formas del conocimiento desempeñan un papel importante en el crecimiento económico.

Para explicar la acumulación de distintas modalidades de conocimiento no se suponen que esta acumulación es explicada por los mismos factores, por lo que es difícil aspirar a una teoría única sobre el crecimiento del conocimiento, sino más bien a la identificación de una variedad de factores determinantes de la acumulación de conocimientos.

Sin embargo, todos los tipos de conocimiento comparten un rasgo esencial, son compatibles entre sí. Es decir, el uso de un determinado elemento cognitivo en una determinada aplicación no impide su utilización por parte de otra persona. Esto diferencia el conocimiento de los bienes económicos convencionales, que son excluyentes: si un individuo utiliza una prenda de vestir, por ejemplo, esa misma prenda no puede ser utilizada simultáneamente por otra persona.

Una consecuencia inmediata de esta propiedad fundamental es que la producción y asignación de conocimientos no puede dejarse exclusivamente en manos del mercado. El coste marginal de suministrar una unidad de conocimiento a un usuario adicional, una vez que ha sido descubierta, es cero. Por tanto, el precio del conocimiento en un mercado perfectamente competitivo sería también cero y los agentes no tendrían incentivo económico para dedicarse a la producción de conocimientos. La consecuencia es que bien se vende el conocimiento por encima de su coste marginal o bien su desarrollo debe producirse al margen del mercado. Esto significa que debemos prescindir en cierta medida del modelo de libre competencia.

Aunque todos los conocimientos comparten la característica de no ser excluyentes, son heterogéneos si se atiende a su segunda dimensión: la posibilidad de exclusión. Un bien es susceptible de exclusión si resulta posible impedir su uso a otros. Esto es lo que sucede en el caso de los bienes convencionales: el propietario de una prenda de vestir puede impedir que otros se la pongan.

En el caso del conocimiento, la posibilidad de exclusión depende tanto de su propia naturaleza como de las instituciones económicas que regulan los derechos de propiedad. En algunos casos la exclusividad depende más de la naturaleza del conocimiento que del sistema legal; el grado de exclusividad influye poderosamente en la medida en que el desarrollo y la asignación de conocimientos se alejan en la libre competencia. Si es imposible utilizar un determinado conocimiento de modo exclusivo, no puede haber beneficio privado en su desarrollo, de manera que la I+D en esas áreas debe proceder de otras fuentes. Pero si el conocimiento es susceptible de un uso exclusivo, los productores de nuevos conocimientos pueden reservarse el derecho de autorizar su uso a cambio de un precio y esperar, por tanto, obtener un cierto beneficio de sus esfuerzos en I+D.

En la literatura sobre la teoría del crecimiento económico, 4 son las fuerzas predominantes que influyen en la asignación de recursos al desarrollo de conocimientos; el apoyo a la investigación científica básica, los incentivos privados a la innovación y a las tareas de I+D, las oportunidades que se ofrecen a los individuos con talento y el aprendizaje por la práctica (learning-by-doing).

El conocimiento científico básico se ha difundido prácticamente de manera gratuita, y lo mismo puede decirse de los resultados de la investigación realizada en instituciones tales como las universidades modernas o los monasterios medievales. Estas actividades no responden a deseo alguno de obtener beneficios privados en el mercado, sino que son financiadas por el Estado, por

fundaciones o por individuos adinerados, y se dedican a ellas personas movidas bien por estas ayudas, o bien por el deseo de fama e incluso en ocasiones por afán de saber.

El análisis económico de este tipo de conocimiento es bastante sencillo. Dado que su coste es cero y que resulta útil para la producción, genera externalidades positivas, y de ahí que sea necesario subvencionarlo.

#### **4.3 LA ESTRUCTURA ECONOMICA EN MÉXICO.**

Dentro del contexto económico mundial de los años 70's un fenómeno que llama la atención es el surgimiento de los llamados «tigres asiáticos»; países en desarrollo que crecían a tasas sin precedentes con base en las exportaciones de manufacturas de bajos precios, y especialmente de productos maquilados.

En esa época, la reducción en la demanda por las exportaciones agrícolas mexicanas hizo necesaria la exploración de fuentes alternas de divisas para seguir financiando las importaciones de bienes de capital necesarios en la industria, lo que sienta las bases para el establecimiento de las primeras plantas maquiladoras en México.

Todo esto conlleva a la pérdida de ingresos destinados para el campo, que a su vez llevo a cabo, un desplazamiento importante de la población de las zonas rurales a las zonas urbanas, especialmente de las grandes ciudades del país, lo que las convierte en polos de desarrollo y, a su vez, en receptoras de grandes asentamientos irregulares de personas sin cabida en el mercado laboral formal, las cuales se ocupan principalmente en los servicios domésticos, la construcción, y el comercio y la industria informales. (Meza 2006)

Los niveles de escolaridad de la población urbana, sin embargo, han aumentado de manera importante, lo que promueve la creación de una sólida clase media y una reducción de los niveles

agregados de desigualdad gracias a la intervención estatal en el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores de la industria doméstica.

En 1982, y tras una abrupta caída del precio del petróleo, la economía mexicana experimenta la segunda de una serie de crisis recurrentes. La caída en el producto interno bruto, aunada al aumento en la tasa inflacionaria —luego de fuertes devaluaciones de la moneda— afecta de manera importante el poder adquisitivo de los trabajadores, tanto formales como informales, e incrementa las tasas de desempleo. La crisis de 1982, y los cambios económicos posteriores, profundizan las desigualdades del mercado laboral y conllevan una mayor precarización y atomización del mismo, en el sentido de que el empleo en las grandes empresas empieza a ser desplazado por el empleo en unidades económicas de menor tamaño, las cuales surgen como alternativas a la falta de oportunidades en el sector estructurado. El Estado, sin embargo, no diseña mecanismos para contrarrestar los efectos del cambio de modelo sobre los trabajadores, lo que se traduce en mayor desigualdad.

La década de los ochenta es considerada la del inicio del nuevo modelo de desarrollo económico en México, lo cual coincide con una época de importantes cambios políticos y demográficos. En 1983 se empiezan a disminuir los aranceles a las importaciones y a eliminar cuotas de importación, lo que pone a la planta productiva nacional a competir con productos del exterior casi de la noche a la mañana.

En 1985 México firma su entrada al GATT, antecesor de la Organización Mundial de Comercio, lo que institucionaliza la apertura comercial. Los esfuerzos del Estado, sin embargo, no se enfocaron a apoyar al sector productivo para facilitar su supervivencia en el nuevo entorno, ni a apoyar a la clase trabajadora desplazada, sino que se concentran en el control de la inflación, la cual alcanzó cifras de tres dígitos en la época. De hecho, en el esfuerzo de estabilización económica el control de

los salarios nominales resultó ser una herramienta de enorme utilidad, lo que aumentó el costo e la transformación económica para los trabajadores.

La liberalización comercial se acompañó además de una política de desmantelamiento de empresas paraestatales y de reducción del tamaño del sector público, lo que disminuyó el número de sindicalizados y aumentó el número de subempleados y ocupados en el sector informal. La entrada de productos importados al país permitió la adopción de nuevas tecnologías en las empresas del sector moderno, lo que contribuyó al desplazamiento de trabajadores, sobre todo de baja calificación, y al aumento de la desigualdad salarial al interior de las empresas e industrias a favor de los trabajadores altamente calificados.

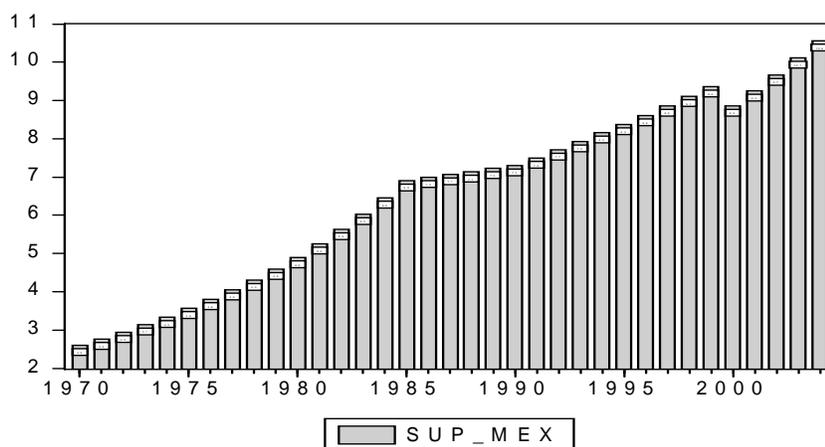
En 1993 se empiezan las negociaciones para la firma de un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá (TLC), lo que promete mejorar las condiciones de vida de la clase trabajadora del país al asegurarse el acceso de los productos mexicanos de exportación al mercado más grande del mundo. No obstante el optimismo en materia económica, en 1994 se desarrollan una serie de eventos políticos que, aunados a un aumento de las tasas de interés en Estados Unidos, provocan una fuga masiva de capitales y una crisis financiera que lleva al país a una estrepitosa caída del producto y al repunte de la inflación. Esta crisis revierte los pocos beneficios del cambio de modelo económico observados en los años anteriores, y enmascara los verdaderos impactos del mismo sobre la clase trabajadora del país.

Existen varios estudios que reportan el fenómeno de la creciente desigualdad salarial y tratan de explicarlo a la luz de las transformaciones económicas de los últimos años. Los factores que más han sido señalados como fuentes de esta desigualdad son la apertura comercial y el cambio tecnológico sesgado a favor de los trabajadores más calificados (Meza, 2006 y Cragg y Epelbaum, 1996, entre otros). Con respecto a la apertura comercial, la literatura señala que los mercados de

productos que usan más intensivamente el trabajo poco calificado (sobre todo los agrícolas) eran los más protegidos antes de la liberalización comercial, y que ésta generó disminuciones en sus precios y, por ende, en los de los insumos que se usan de manera más intensiva en su producción (Robertson, 2002). Con respecto al cambio tecnológico, los estudiosos señalan que éste ha disminuido la demanda relativa de trabajo poco calificado y aumentado la de trabajo altamente calificado, lo que ha modificado los precios relativos a favor del segundo grupo (Goldin, 1999)

Una de las características más importantes de este aumento en la desigualdad salarial es que ha beneficiado principalmente a los trabajadores con educación superior en las grandes áreas urbanas del país, y a los trabajadores con educación secundaria en áreas urbanas más pequeñas (ver Meza, 2004 y Hanson, 2003). Este patrón parece consistente con la idea de que distintas regiones del país se están especializando en la producción de distintos bienes, con base en sus ventajas comparativas.

**Gráfica 1. Educación Superior en México 1970-2004**



Fuente: Elaboración Propia con base en datos de la OCDE.

En la Gráfica 1, se muestra claramente la tendencia del aumento de la proporción de la población que cuenta con educación superior, es decir, con algún tipo de especialización, específicamente se

percibe una gran oleada de esta población desde la década de los años 80's, esto concuerda con la apertura comercial, y el cambio tecnológico sesgado a los trabajadores más calificados.

Un aumento en la desigualdad en sí mismo puede no ser considerado un problema a resolver en una sociedad, cuando por algún cambio de política todos los grupos sociales están ganando, pero unos están ganando más que otros. El problema es cuando los beneficios de unos se dan a costa de los beneficios de otros. En México el caso parece ser el segundo.

El sistema educativo nacional ha pasado por varias reformas en los últimos años en búsqueda de esa mejora, pero aún falta mucho por hacer en este sentido.

Una de las reformas educativas más importantes ha sido la descentralización educativa de 1992, seguida por la instauración de una educación básica obligatoria de nueve años a partir de 1998.

#### **4.3.1 NIVELES DE CALIFICACIÓN.**

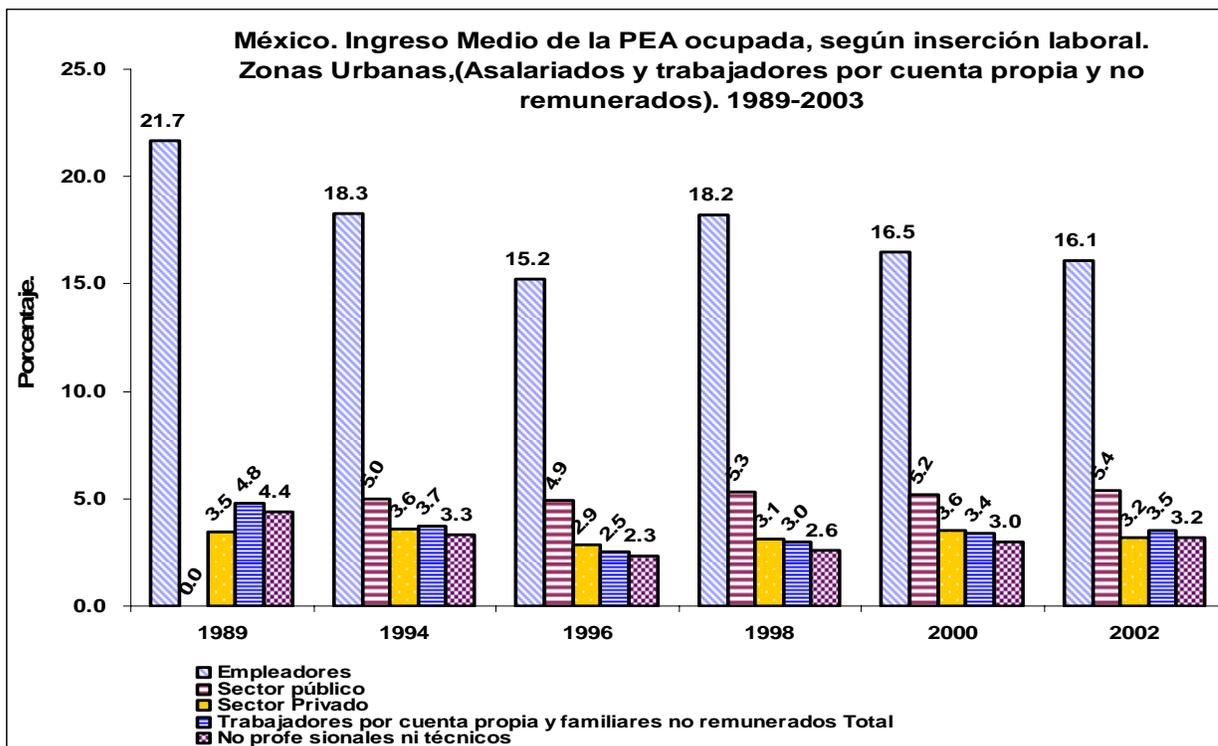
Otros de los cambios más significativos en el mercado laboral mexicano de los últimos años son, por un lado, el aumento en los niveles de escolaridad de la población.

El mayor nivel de escolaridad de la población mexicana, está relacionado con los esfuerzos de política a favor de proveer de educación básica a todas las localidades del país, y también probablemente a los problemas que enfrentan los jóvenes para insertarse en los mercados laborales, tanto formales como informales, de acuerdo a su ingreso medio y según su inserción laboral tal y como se muestra en la gráfica 2.

En esta gráfica podemos apreciar que si bien, el ingreso medio por persona económicamente activa es bajo cuando desglosamos a nivel de inserción laboral según el grado de calificación, a lo largo del periodo, sigue bajando para los trabajadores por cuenta propia al igual que aquellos que no son

profesionales ni técnicos. En el caso del ingreso medio para el sector público desde 1994 presenta una tendencia constante, lo mismo pasa con el sector privado.

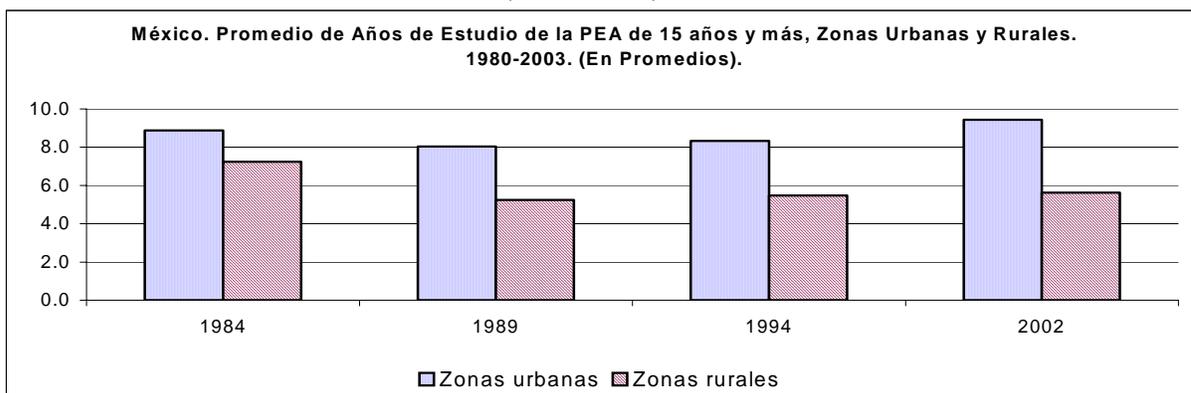
**Gráfica 2. Ingreso medio de la PEA ocupada, según inserción laboral. Zonas urbanas (Asalariados y trabajadores por cuenta propia y no remunerados.) 1989-2003. (Porcentaje.)**



Fuente: Elaboración propia con base en la información disponible en la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de tabulaciones especiales de las encuestas de hogares de los respectivos países. (Para México (1989), se incluyen los asalariados del sector público, para el caso de los trabajadores por cuenta propia y familiares no remunerados del Total, se incluyen los profesionales por cuenta propia profesionales y técnicos.)

Por otra parte, la política social mexicana se ha diseñado de tal manera que los beneficios a los grupos más pobres del país se condicionan a la asistencia de los niños a la escuela. Estos resultados permiten prever la eventual salida de la pobreza de una importante proporción de las familias que están recibiendo esos beneficios.

**Gráfica 3. Promedio de Años de Estudio de la PEA, Zonas Urbanas y Rurales. 1980-2003. (Promedios.)**



Fuente: Elaboración propia con base en la información disponible en la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de tabulaciones especiales de las encuestas de hogares de los respectivos países.

En la gráfica 3 se explica la tendencia que tiene de 1980-2003 la educación de la PEA en zonas rurales y zonas urbanas; en las comunidades rurales, la mayor escolaridad de la población ha promovido un mayor desplazamiento de población que, al tener mayor capital humano, busca aumentar el rendimiento de su inversión a través de la migración.

En la actualidad, casi el 20 por 100 de la población total se encuentra todavía ubicada en áreas rurales, mientras que el producto agrícola representa apenas un 7 por 100 del PIB total del país. Estas cifras, aunadas a las de mayor escolaridad, permiten prever mayor emigración, sobre todo a Estados Unidos, lo que impone características especiales a los mercados laborales de menor calificación, desigualdad salarial, y más específicamente el aumento en el premio a la educación superior en áreas urbanas.

Este resultado sugiere la importancia del cambio tecnológico sesgado como fuente de desigualdad salarial a nivel agregado en México.

Para el caso de la educación en México, en promedio de la PEA, desde 1989 ha aumentado los años de estudio, sin embargo no se puede afirmar que la educación sea mejor a lo largo del tiempo.

#### 4.4 EL CAPITAL HUMANO Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN MÉXICO. UN ENFOQUE DE VECTORES AUTORREGRESIVOS.

El capital humano es uno de los factores que influyen de manera directa a la tasa de crecimiento económico de un país. El modelo que se desarrolla en este trabajo tiene como base el modelo de la Nueva Teoría del Crecimiento con la existencia de capital humano. El modelo de crecimiento económico por acumulación de conocimientos, formalmente es;

$$Y = K + I + H$$

donde:

$Y$  es la producción total.

$K$  es el capital físico.

$I$  es la Inversión.

$H$  es el capital humano.

La finalidad de este apartado es analizar y verificar empíricamente el modelo anterior a través de las técnicas de los vectores Autorregresivos VAR. Además determinar el impacto del capital humano en el crecimiento económico en México de 1970 a 2004. Las variables que se utilizan para estimar el modelo son las que contienen el siguiente vector;

$$\left[ \bar{Y}_t, K_t, H_t, I_t \right] \text{ con } t = 1 \dots 35$$

donde;

$\bar{Y}_t$  es el PIB per capita en millones de dólares.

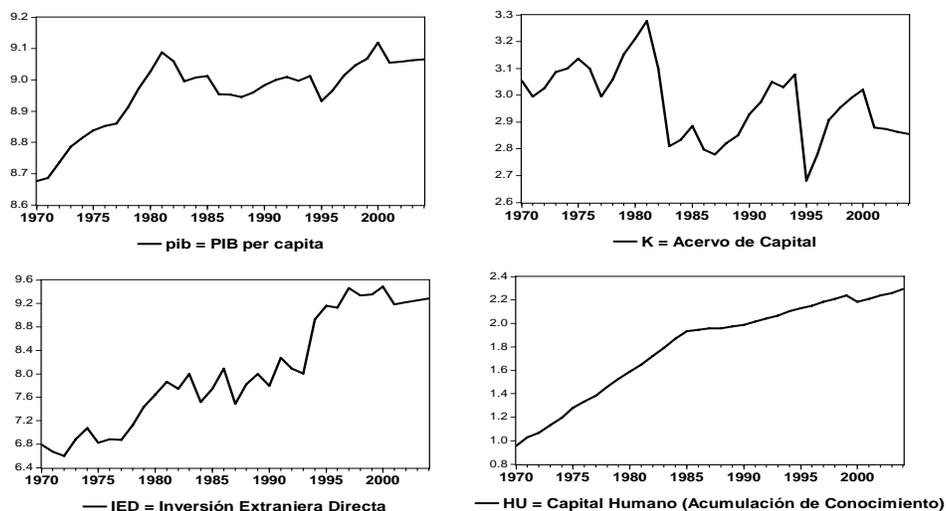
$K_t$  es el capital físico, medido por el acervo de capital no residencial por trabajadores en millones de dólares.

$H_t$  es el capital humano, medido por el número de personas que cuentan con educación superior.

$I_t$  es la Inversión Extranjera Directa en millones de dólares.

**Gráfica 4. Comportamiento de las variables.**

**Logaritmos de las Series**



Fuente: Elaboración propia con base a OCDE (2006).

La fuente de los datos es la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE 2006). La descripción del proceso estocástico y el orden de integración de las series utilizadas se muestran a través de las pruebas de raíces unitarias. Las pruebas de raíces unitarias de Dickey-Fuller Aumentada (1981) y de Phillips-Perron (1988) se utilizan para determinar el grado de integración, las cuales se muestran en el cuadro 1.

Las pruebas de raíces unitarias ADF y PP muestran que las series del PIB per cápita (pib), el capital físico (k), la inversión extranjera directa (ied) y el capital humano (hu) son no estacionarias en niveles. Por lo tanto son homogéneas de primer orden ( $I(1)$ ), es decir, que se necesita que se les diferencie una vez para que las series se vuelvan estacionarias.

Cuadro 1

Pruebas de Raíces Unitarias.						
Variable	ADF			PP		
	1	2	3	1	2	3
Pib	-260.681	-303.928	1.795.228	-256.266	-218.524	1.590.635
$\Delta$ pib	<b>-460.679</b>	<b>-483.514</b>	<b>-433.587</b>	<b>-460.837</b>	<b>-483.514</b>	<b>-432.442</b>
K	-239.424	-33.638	-0.41235	-245.805	-277.038	-0.75748
$\Delta$ k	<b>-543.256</b>	<b>-53.512</b>	<b>-551.228</b>	<b>-650.077</b>	<b>-628.723</b>	<b>-652.371</b>
Ied	-0.37503	-317.105	175.401	-0.65652	-325.795	1.954.643
$\Delta$ ied	<b>-318.399</b>	-312.112	<b>-205.251</b>	<b>-777.239</b>	<b>-764.285</b>	<b>-68.603</b>
Hu	<b>-5.119.164</b>	-0.968224	1.582.059	<b>-4.295.286</b>	-1.008.833	3.020.766
$\Delta$ hu	<b>-3.045.101</b>	<b>-4.133.517</b>	-1.136.112	<b>-2.990.205</b>	<b>-4.133.517</b>	-175.373

Las series están transformadas a logaritmos. Las pruebas de raíces unitarias son las de Dickey-Fuller Aumentada y de Phillips-Perron. La estadística de las pruebas tiene que ser significativo al 5% para rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad. Las pruebas de raíces unitarias se realizan con tres modelos diferentes; 1) con intercepto, 2) con intercepto y tendencia y 3) sin ellas. Los números en negritas representan el rechazo de la hipótesis nula al 5%. El número de observaciones es de 35.

Bajo la metodología de lo general a lo específico (Spanos 1996) el modelo VAR que satisface los supuestos fue de segundo orden, con un intercepto y dos variables dummie. Las variables dummie son para los años de 1982 y 1987 que capturan los impactos exógenos al modelo, debido a la crisis petrolera y a la crisis financiera en México, respectivamente. Las pruebas de diagnóstico se presentan en el cuadro 2.

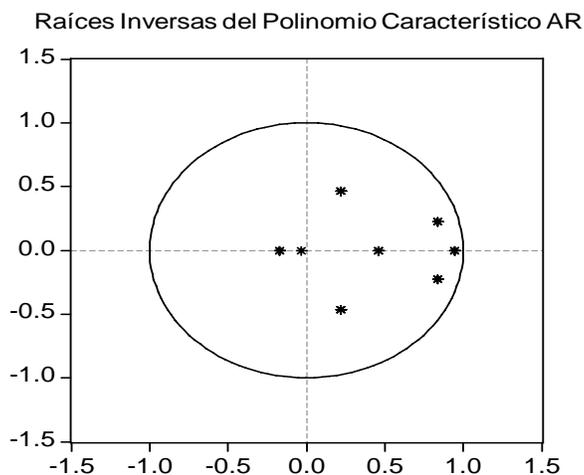
**Cuadro 2. Pruebas de Diagnóstico del Modelo VAR.**

<b>Autocorrelación Serial LM</b>	<b>LM-Stat</b>		<b>Prob</b>
	8,737829		0,9238
<b>Prueba de Normalidad</b>			
<i>Ecuación</i>	<i>Sesgo</i>	<i>Ji-cuadrada</i>	<i>Prob.</i>
1	-0,229277	0,289123	0,5908
2	0,134333	0,09925	0,7527
3	0,082345	0,037294	0,8469
4	-1,020296	5,725521	0,0167
<b>Prueba Conjunta</b>		6,151188	0,1881
<i>Ecuación</i>	<i>Curtosis</i>	<i>Ji-cuadrada</i>	<i>Prob.</i>
1	1,374459	3,633275	0,0566
2	1,264189	4,142931	0,0418
3	1,51595	3,028306	0,0818
4	3,278614	0,106735	0,7439
<b>Prueba Conjunta</b>		10,91125	0,0276
<i>Ecuación</i>	<i>Jarque-Bera</i>		<i>Prob</i>
1	3,922398		0,1407
2	4,242181		0,1199
3	3,0656		0,2159
4	5,832256		0,0541
<b>Prueba Conjunta</b>	17,06244		0,0295
<b>Heteroscedasticidad</b>	<b>Chi-sq</b>		<b>Prob.</b>
	162,9896		0,8135

Elaboración propia con base en el modelo VAR estimado.

La significancia estadística del modelo, y por tanto su validez se corrobora al observar las pruebas de diagnóstico (Cuadro 2). Los supuestos de normalidad, no autocorrelación y homocedasticidad son satisfechos al ser significativas al 95% de confianza las pruebas estadísticas. La condición de estabilidad o estacionariedad del VAR (Gráfica 5).

### Gráfica 5. Condición de Estabilidad del VAR



Nota: La prueba de las raíces inversas del polinomio característico del VAR (ver, Lütkepohl (1991)). Reporta que la estimación del VAR es estable (estacionario) si todas las raíces son menores a 1 y se encuentran en dentro del círculo unitario. Si el VAR no es estable, algunos resultados (como los errores estándar de los impulsos-respuestas) no son validos. Tendría que haber  $kp$  raíces, donde  $k$  es el número de variables endógenas y  $p$  es el rezago más largo. Si se estima un VEC (vector de corrección de errores) con  $r$  relaciones de cointegración, raíces  $k - r$  debería de ser igual a la unidad.

La evidencia de una tendencia de largo plazo se muestra al encontrar un vector de cointegración a un nivel de confianza de 95%, bajo la metodología de Johansen (1994) a través de la prueba de la traza (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Prueba de la Traza**

Ho	Traza	Probabilidad (5%)
r=0*	44,69808	39,89
r=1	21,66653	24,31
r=2	7,513647	12,53
r=3	0,001157	3,84

\*indica el rechazo de la hipótesis nula al 5% de confianza. Nota: la prueba de la traza indica que hay al menos 4 vectores de cointegración al 5% de significancia.

La prueba de la traza considera la hipótesis nula de no cointegración, y la hipótesis alternativa es la de cointegración, para aceptar la hipótesis alternativa, el valor de la traza debe ser superior al valor crítico al 5%. La comparación entre la prueba de la traza y los valores críticos, da como resultado que la prueba de la traza indica que existen 4 vectores de cointegración, para el modelo del PIB per capita en el caso de México.

El modelo final con el vector de cointegración, normalizado de la ecuación respecto al logaritmo del PIB utilizado es el siguiente:

$$Lpibpc = 2.836062 * lk + 0.100992 * lied + 0.011915 * lhu$$

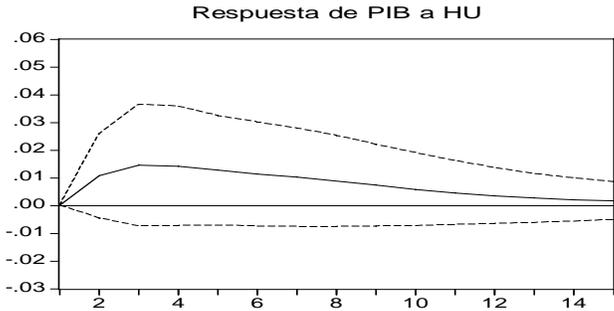
$$(-0.18407) \quad (-0.14649) \quad (-0.45261)$$

La ecuación dice que el PIB per capita de México aumenta en 0.011% cuando la educación superior se incrementa en un punto porcentual, de la misma forma el PIB aumenta 2.83% al incrementarse el capital físico un punto porcentual, y tiene un aumento de 0.100% cuando aumenta en un punto porcentual la inversión extranjera directa.

Por lo tanto, el capital humano es un factor en el crecimiento del PIB per capita, tiene un efecto positivo en el crecimiento, pero el incremento depende de la habilidad de la economía mexicana para incluir las actividades relacionadas con el capital humano para poder incluirse dentro del proceso de producción, que van con la apertura comercial, pues de cierta forma induce a que se desarrollen actividades innovadoras eficientes, para poder tener un buen nivel de competencia a nivel internacional.

**Grafica 6. Análisis de Impulso-Respuesta del PIB.**

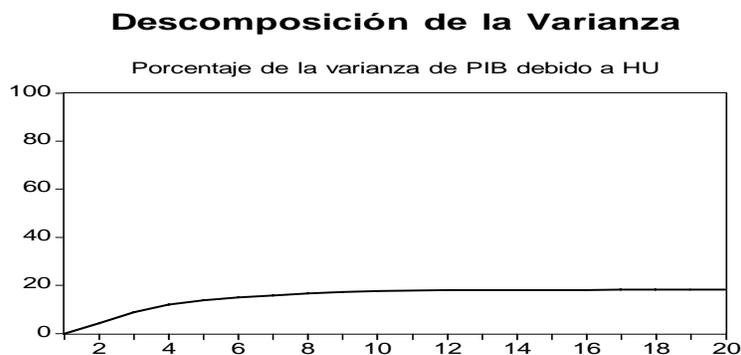
Funciones de Impulso - Respuesta (Cholesky)  
(-2 < errores estándar < 2)



En la gráfica 6 se presenta la respuesta del PIB ante shocks de el capital humano (HU), obtenidos a partir del VAR anteriormente presentado con intervalos de confianza al 90%. El correspondiente al

shock del capital humano, tiene un impacto inmediato significativo sobre el PIB que se mantiene en el largo plazo.

**Gráfica 7. Descomposición de Varianza.**



En la Gráfica 7, se presenta las graficas del análisis de la descomposición de la varianza del error del pronostico ante shocks Capital Humano (HU). Como puede verse el shock correspondiente al Capital Humano (HU) tiene gran importancia en la varianza del error del pronostico del PIB en un horizonte de corto plazo y del largo plazo pues su importancia es constante durante todo el periodo, su influencia va aumentando al paso del tiempo. Por lo anterior, se puede decir, que en el largo plazo, el PIB en México se determina por una mezcla de shocks de capital humano (HU), además de los shocks de Inversión Extranjera Directa (IED) y capital físico (K).

#### **4.4.1 COMENTARIOS GENERALES.**

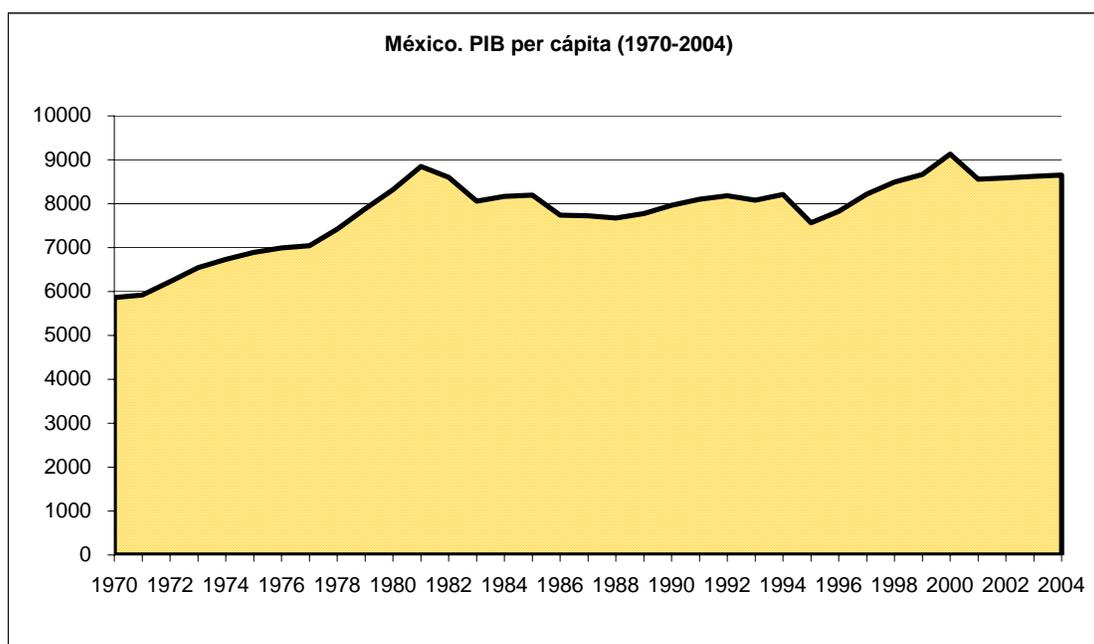
Para el caso del modelo de VAR, los cambios en el Producto Interno Bruto per capita en el caso específico de México, se determinan, principalmente, por los cambios en el acervo de capital por trabajador, la inversión extranjera directa, y el capital humano. La inserción de capital humano dentro de los determinantes del crecimiento del PIB per capita es relevante pues muestra el papel que juega la educación para el crecimiento de una economía, así como de su desarrollo.

Esto sugiere que la acumulación de capital humano, como factor fundamental del PIB per capita, en el caso de la educación superior, supone que habría que apoyar las actividades ligadas a la

investigación y desarrollo, además de fomentar las políticas económicas y sociales que fomenten la acumulación de capital humano.

Pero no solamente desde la educación básica, sino en este caso llevarlo hasta los más altos rubros que competen a la educación y al acceso al conocimiento; para que de esta manera se pueda mejorar las perspectivas de crecimiento para México.

**Gráfica 8. PIB per Cápita de México. (1970-2004)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la OCDE.

En la gráfica 8 se aprecia que en el periodo 1970-1980, existió una tasa de crecimiento relativamente sostenida del PIB, sin embargo para 1982 se dio una caída del PIB per capita debido al sobreendeudamiento externo y la caída del precio internacional del petróleo; de 1983 hasta 1990, se presentó una continua caída del PIB per capita debido al ciclo inflación-devaluación y al pago de la deuda externa.

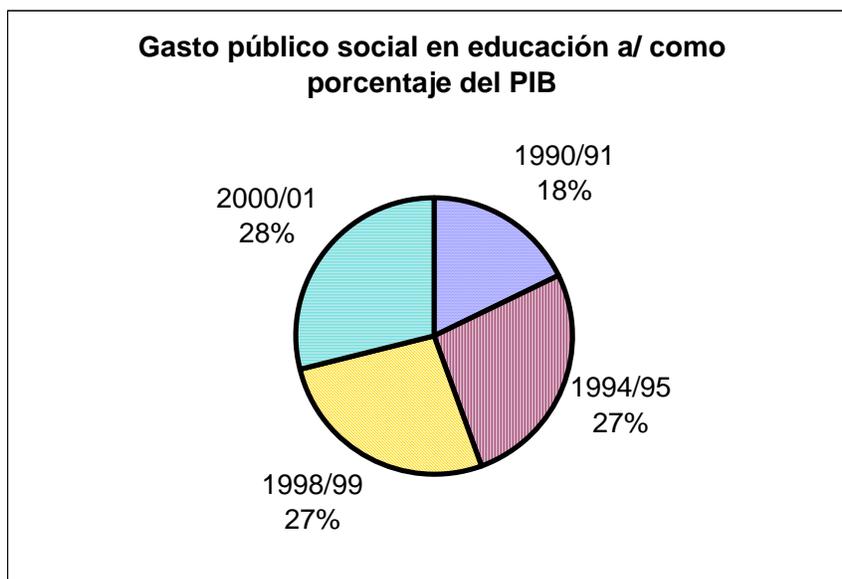
En el periodo 1991-1994 se produjo una ligera recuperación del PIB per capita, sin embargo, para 1995 el PIB per capita presentó una significativa caída; debido a la devaluación del tipo de cambio y

a la crisis financiera. Para el periodo 1996-2000, el PIB per capita alcanzó una rápida y sostenida recuperación, teniendo en el año 2000 un crecimiento de 7.6% del PIB per capita, sin embargo, esta situación se revirtió en el periodo 2001-2004, debido principalmente a la contracción económica de los Estados Unidos, lo cual causó una contracción de las exportaciones mexicanas y una caída del PIB en su conjunto. Lo anterior provocó que para 2004 el PIB per capita cayera alrededor de 1.7%.

La falta de crecimiento económico se puede atribuir al proceso ineficiente de formación de capital en México, además de las consecuencias que trae la apertura comercial, pues esto genera la competencia internacional que en muchas de las veces afecta al país que es menos desarrollado, pues llegan nuevas empresas con mayor nivel tecnológico principalmente trasnacionales; las empresas trasnacionales y la IED las cuales desplazan a las empresas del país receptor, sin embargo, son un fuerte incentivo para mejorar los procesos de formación de capital humano, y de esfuerzos de investigación y desarrollo, para el crecimiento del mercado interno, y así el crecimiento en general de la economía mexicana.

Esto es así, ya que de acuerdo con Alejandro Díaz Bautista (2003), la política educativa puede ser complementada por la estabilidad financiera, mayor apertura, el incremento en la productividad y el ingreso, la promoción de desregulación y la competencia, todo lo anterior, a su vez estimula el ahorro interno e incrementa los recursos que las diferentes entidades gubernamentales asignan a la formación de capital humano. (Díaz-Bautista 2003)

**Gráfica 9. Gasto Público destinado a la Educación. (porcentaje del PIB).**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la OCDE..

De acuerdo con lo que menciona Díaz Bautista, la gráfica 9, muestra cuales son los recursos que se han destinado a la educación, como porcentaje del PIB. En esta gráfica se muestra el porcentaje desde 1990 hasta 2001 ha sido constante, ni ha disminuido ni ha aumentado.

Si la entrada de jóvenes a los mercados laborales promueve mayor desigualdad, podríamos decir que éstos se están insertando con niveles de escolaridad menor a la superior, y que su entrada está disminuyendo la oferta relativa de trabajadores altamente calificados. Si, por otro lado, los aumentos en la proporción de directivos y profesionistas en los mercados laborales están generando mayor desigualdad podríamos concluir que el cambio tecnológico sesgado al interior de las empresas, y el nuevo contexto competitivo de la economía son factores importantes detrás de la mayor desigualdad salarial.

Este resultado sugiere que en el sector agrícola no se pagan sobresueldos a los trabajadores con altos niveles de escolaridad, y es consistente con la evidencia presentada por Hanson (2003) respecto a la importancia de la escolaridad media y media superior en el sector rural mexicano.

#### 4.5 MODELO ECONOMETRICO DE CRECIMIENTO ECONOMICO CON CAPITAL HUMANO PARA AMÉRICA LATINA 1970-2004. MODELO DE PANEL.

En el siguiente apartado, se especifica un modelo de datos de panel, del periodo de 1970-2004, para algunos países de América Latina. Las variables a analizar, son; por un lado, el PIB per capita, y su evolución a lo largo del tiempo, con el principal objetivo de analizar la contribución que tiene el capital humano sobre el PIB per capita, en cada uno de los países.

Se utilizan los datos en panel, principalmente con el objetivo de capturar la heterogeneidad no observable, ya sea entre agentes económicos o de estudio así como también en el tiempo, dado que esta heterogeneidad es difícil de detectar en estudios normales con series temporales.

La variable de capital humano, se aproxima mediante series de educación, (porción de trabajadores sin educación, con educación primaria, con educación secundaria y con educación superior). Además de la contribución del capital humano, también se vierten otras variables dentro del análisis, como el acervo de capital físico, y la inversión extranjera.

El modelo se especifica de la siguiente manera, para cada uno de los países:

$$\ln(Y_{it+T} / Y_{it}) = \alpha - (\ln(Y_{it})(1/T)) + \ln(K_{it})(1/T) + \text{variables educativas} + \text{IED} + u_{it}$$

Donde. K es el acervo de capital no residencial por trabajadores, en dólares, IED es la Inversión Extranjera Directa (millones de dólares), y como las variables educativas se toma a: SINEDU es la porción de personas sin educación formal, PRIM son las personas con educación primaria, SEC son las personas con educación secundaria, SUP son personas con educación superior. Y el termino de error  $U_{it}$ , que se distribuye normalmente  $U_{it} \approx N(0, \sigma^2)$ .

También se utiliza el capital físico con las variables educativas, para este caso las variables se desagregan en ambos casos. Todas las variables representan relaciones per capita, y los datos se han obtenido a través de la CEPAL e INEGI, para los años de 1970-2004.

Con un total de 595 observaciones, los países que están dentro del panel de datos son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Paraguay, Perú, República Dominicana, El Salvador, Uruguay y Venezuela.

En el cuadro #3 se registran las estadísticas descriptivas de estas variables., tomando en cuenta la media, la mediana, máximo, mínimo, la desviación estándar. Como anteriormente se planteo, se considero la elaboración de un modelo de panel de datos con 34 años y 595 observaciones. Para la construcción de las distintas especificaciones del modelo de panel, se usan las variables PIB, Capital Físico, IED, y las variables que con las que se construye el capital humano, que son primaria, secundaria, educación superior y sin educación.

**Cuadro 4. Estadísticas Descriptivas de las variables. (595 observaciones).**

	$\mu$	Mediana	Máximo	Mínimo	$\sigma$
PIBPCit	5984,915	1476,508	55536,57	147,46	11531,46
Kit	9278,262	8521	21827	340	5001,137
IEDit	1142,543	141,297	30000	-1628,79	3201,772
SINEDUit	19,91139	17,186	62,4	1,076	15,14228
PRIMit	56,68895	56,894	84,36	3,92	12,21082
SECit	17,39833	16,11	98,213	3,73	9,038564
SUPit	9,094138	6,24	723,624	0,86	32,06695

Nota: Donde  $\mu$ =Media,  $\sigma$ =Desviación Estándar.

Fuente: tabulaciones de los resultados de la muestra en Eviews.

Las medidas de tendencia central de las variables explican que el comportamiento de las variables presentan un comportamiento normal, excepto la IED y el PIB. Las variables muestran una dispersión desigual, siendo la menor la variable de educación secundaria (SEC) y la mayor

dispersión de las variables la presenta el PIB entre los países, que demuestra la gran disparidad del producto, capital físico (K) que también presenta una dispersión grande e IED.

### **ESTIMACIÓN EMPÍRICA.**

Con la estimación obtenida, se encontró evidencia de que la IED y el acervo de capital, tienen una elasticidad positiva, así como una de las variables que componen el capital humano, la educación superior. Por el contrario, la variable de la educación primaria, tiene una elasticidad negativa, al igual que las otras variables sin educación y educación secundaria, las cuales no son significativas.

Así mismo, en el caso de las variables de la inversión extranjera directa, estas presentan un impacto positivo en el crecimiento económico para los países de América Latina. El impacto del capital físico, también es positivo y alto, lo cual sugiere que el capital físico y la tecnología en los países de América Latina son un determinante importante del crecimiento de estas economías, principalmente en industrias de exportación, pues con la apertura comercial, es necesario la inversión en tecnología para así competir con las industrias y empresas extranjeras de otros países.

**Cuadro 5. Panel de datos. Estimaciones.**

<b>Efectos Fijos.</b>		
	<b>Coeficiente.</b>	<b>Std Err.</b>
C	-	-
LOG(IED)	0.019786	0.00349
LOG(K)	0.371479	0.019528
LOG(PRIM)	-0.236784	0.035225
LOG(SUP)	0.048649	0.012488
LOG(SEC)	-0.043125	0.022273
R2	0.996324	

Adicionalmente, la correlación que guardan las variables de capital humano, en este caso la educación superior, con respecto al PIB per capita, son relevantes, lo cual implica que estas variables se asocian de manera positiva, al crecimiento del PIB.

La presencia de efectos fijos en la estimación no altera los resultados de la misma de forma importante, aunque eleva la bondad del ajuste y la elasticidad del PIB respecto a acervo de capital, y disminuye la elasticidad respecto al efecto directo del capital humano. Además, considera que existe un término constante diferente para cada individuo, y supone que los efectos individuales son independientes entre sí.

Cabe destacar que se estimaron los coeficientes utilizando efectos aleatorios pues con este modelo se asume que la heterogeneidad de los países no está correlacionada con las características observadas, así que para obtener estimaciones consistentes de los parámetros se utiliza la prueba de Hausman<sup>1</sup>, para determinar que modelo es el más adecuado.

Para este modelo de datos de panel, según la prueba de Hausman, los resultados conllevan a que se contrasta la hipótesis nula de efectos aleatorios. Los modelos de efectos aleatorios muestran que los parámetros son más consistentes y eficientes, además que considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, por lo cual se argumenta que los parámetros están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado.

Además en el cuadro 6, los efectos aleatorios, asumen que la heterogeneidad no observada entre los países es debido a sus diferencias en eficiencia en cuanto al capital humano.

---

<sup>1</sup> Utiliza para ello una prueba Chi-cuadrada con la hipótesis nula de que el modelo de efectos aleatorios es el que mejor explica la relación de la variable dependiente con las explicativas, y por tanto se tiene la hipótesis alternativa de que el mejor método que se ajusta es el de efectos fijos.

**Cuadro 6. Estimaciones Panel  
Efectos Aleatorios.**

<b>Efectos Aleatorios. (GLS)</b>		
	<b>Coeficiente.</b>	<b>Std Err.</b>
<b>C</b>	5.162397	0.455863
LOG(IED)	0.019756	0.003485
LOG(K)	0.370777	0.019492
LOG(PRIM)	-0.236275	0.035175
LOG(SUP)	0.048815	0.01247
LOG(SEC)	-0.043124	0.02224
R2	0.996222	

#### **4.4.2 COMENTARIOS GENERALES.**

En el modelo estimado de datos de panel, se utilizó el modelo de efectos aleatorios debido a que los coeficientes en este modelo según la prueba de Hausman también estimada, son mas eficientes para este caso.

Se concluye que el capital humano, es un determinante importante del crecimiento económico de los países en América Latina, en especial la educación superior, pues es ahí en donde se genera la investigación y el desarrollo de conocimiento de manera mas formal, estos resultados concuerdan con los mencionados por Sosvilla Rivero, Simon y Alonso Mesenguer Javier (1999) en donde afirma que los resultados de las estimaciones de capital humano como una masa crítica a partir del cual el capital humano empezaría a ejercer su influencia en el crecimiento económico podría explicar en parte los dispares resultados obtenidos por los distintos trabajos que estiman la contribución de la educación al capital humano y al crecimiento económico”.

La explicación del impacto negativo que se presenta por las variables componentes del capital humano es que aunque forman parte del capital humano, el que tiene un efecto positivo dentro del crecimiento económico es la variable SUP, que son las personas que cuentan con un nivel superior, es decir, que en la educación básica no se desarrolla un verdadero impacto en relación a el

desarrollo y a la investigación, es decir, la generación de nuevo conocimiento, del desarrollo de nueva tecnología, además de que no se toma en cuenta todas aquellas personas que desertan de la educación básica, ya sea por falta de recursos o porque emigran hacia los EU.

Pues tan solo en base a datos de la CEPAL, la tasas temprana de deserción entre 2000 y 2002 es de alrededor del 7% y 5% respectivamente a nivel nacional, tasa de los jóvenes entre 15-19 años de edad. En relación con otros países como Bolivia, la tasa de deserción de 1990 es de 21% y en el 2002 no bajó mucho, ya que continuo en un 20%, en el caso de Brasil en 1990 fue del 40% uno de los más altos, y para 2002 se encontró un 16%, para el caso de Chile en 1990 fue de 11% y para 2003 un 3%, para el Salvador en 1995 se tiene una tasas de deserción de 37% y para 2003 una tasa de 30%, para Guatemala esta misma fue de 32% para 1998 y para 2002 de 24%. En Honduras en 1990 fue la deserción de 27% y en 2002 de 18%, para Nicaragua en 1993 fue de 24% y 20% en 2001.

En Panamá en 1991 presentó una tasa de 6% y para el año de 2002 de un 5%, en el caso de Perú en 1999 fue de 8% y para 2002 un 6%. Para Venezuela en 1990 presentó una tasa de 36%, y en 2003 24%.

En donde por supuesto se incorpora la Investigación y el Desarrollo, es en el nivel de Educación Superior, pues en este nivel existe un movimiento que muchos autores definen como “spillovers”, tratando de darle un significado a esta palabra se trata de “el derrame de conocimiento”, existe a cierto nivel de Universidad un grado de conocimiento que se integra a esta misma sociedad. Es decir, no se concentra el conocimiento en un solo grupo de personas, la investigación permite la integración e interacción de individuos pues permite la difusión y la apropiación de conocimiento nuevo el cual es transmitido hacia la sociedad en general.

## V. CONCLUSIONES

La Teoría del Crecimiento analiza el desarrollo y el crecimiento económico de los países, y como se analizó previamente es fundamental para tratar de dar una explicación del funcionamiento de las economías de distintos países. Una de las motivaciones más importantes de la nueva teoría del crecimiento es el deseo de comprender las fluctuaciones del crecimiento a largo plazo.

En concreto, esta teoría del crecimiento supone que lo que determina el crecimiento es la cantidad de actividades de I+D por sector y que el conjunto de sectores aumenta cuando lo hace la economía. De esta manera el papel que juega el capital humano en el crecimiento económico de los países es importante pues conlleva a la generación de tecnología, la cual crece en los últimos años en los países subdesarrollados, que sin duda es importante para el fortalecimiento del mercado interno sobre todo por la gran apertura comercial y la competencia descarnada que se da en los mercados internacionales hoy en día.

Con respecto al análisis de los shocks que afectan al PIB en el caso de México, se propone elementos adicionales para la discusión acerca de los elementos que afectan el crecimiento económico en México. Para este objetivo en particular, se utilizó el modelo VAR (vectores autorregresivos), en este ejercicio se toma en cuenta que la base del modelo teórico corresponde a la Teoría de la Acumulación de Conocimiento I+D, teoría vertiente de la Teoría del Crecimiento Económico.

El análisis de cointegración mostró que el capital físico (K), la inversión extranjera directa (IED), el capital humano (HU) y el PIB están cointegrados. Basados en la metodología de VAR se identificaron cuáles son los shocks que afectan al PIB y se analizó su efecto e importancia para el crecimiento del PIB en la economía mexicana utilizando para ello un análisis de impulso respuesta y la descomposición de la varianza del error del pronóstico.

Un análisis de impulso respuesta muestra que en orden de importancia los shocks de capital humano (HU), Inversión Extranjera Directa (IED), y del capital físico (K) son importantes en el mediano y largo plazo. La descomposición de la varianza coincide en señalar a estos tres componentes como determinantes del PIB en el mediano y largo plazo.

Con estos resultados el análisis empírico muestra que el PIB en México no es dominado por un solo factor. Son importantes los factores de capital físico, capital humano y la Inversión extranjera directa.

El papel del capital humano es importante pues revela la existencia de un efecto directo como un factor productivo, en el crecimiento económico a través de su interacción con el acervo de capital y la inversión extranjera directa. En relación al efecto directo, Guisán y Neira (1997), tratan la evidencia de efectos tasa y efectos de nivel, que se explica de forma mas detallada en el capítulo 3.

En el modelo estimado de datos de panel, se utilizó el modelo de efectos aleatorios debido a que los coeficientes en este modelo según la prueba de Hausman también estimada, son más eficientes para este caso.

Se concluye que el capital humano, es un determinante importante del crecimiento económico de los países en América Latina, en especial la educación superior, pues es ahí en donde se genera la investigación y el desarrollo de conocimiento de manera mas formal, estos resultados concuerdan con los mencionados por Sosvilla Rivero, Simon y Alonso Mesenguer Javier (1999) en donde afirma que los resultados de las estimaciones de capital humano como una masa crítica a partir del cual el capital humano empezaría a ejercer su influencia en el crecimiento económico podría explicar en parte los dispares resultados obtenidos por los distintos trabajos que estiman la contribución de la educación al capital humano y al crecimiento económico”.

De igual forma, mencionan que al estimar con los modelos con datos de sección cruzada o datos de panel, el signo negativo o la no significatividad de los coeficientes del capital humano puede ser

explicada porque una gran variedad de países integrados en las estimaciones y los periodos utilizados podrían encontrarse en periodos de subdesarrollo, es decir, en aquellos países que no han alcanzado aún el umbral necesario para que la inversión en capital humano tenga efectos positivos sobre el crecimiento.

Al contrario, para los resultados de las estimaciones con resultados positivos la selección de países y periodos pueden haber sobrepasado el umbral en el que el capital humano es significativo positivo, este argumento bien aplica para el caso de los países de América Latina que en su mayor parte se encuentran en vías de desarrollo. En general la información con la que se estimó el modelo, aún es muy heterogénea en el sentido de que los países de América Latina cuentan con distintos niveles de educación, y tienen distintas reformas, además de los recursos que destina el gobierno a este sector en cada país, los datos sobre este punto se presentan en el anexo estadístico .

Así mismo es innegable que la inversión extranjera directa, así como el acervo de capital, tienen un efecto significativo en el crecimiento económico de los países de América Latina, sin embargo para que esta inversión se utilice en el desarrollo del capital humano, es importante una política que impulse este desarrollo, en investigaciones.

La importancia de las actividades de investigación y desarrollo ha sido objeto de estudio desde diferentes perspectivas; destacando entre ellas su contribución en el progreso económico de los diferentes países. Los beneficios de la inversión en la I+D cuando se da el apoyo a esta actividad debe ser una línea prioritaria de política de agenda de cualquier gobierno, institución o empresa, para que así se desarrolle una base sólida que permita un crecimiento sostenido basado en el avance científico y el desarrollo tecnológico.

La actividad de I+D contribuye notablemente para el establecimiento de empresas más competitivas, con un mejor posicionamiento en el mercado nacional e internacional. La generación

de conocimiento, y la aplicación de prácticas del mismo, permite obtener ventajas sobre quienes no han traspasado esa frontera, generando productos o servicios de mayor valor agregado.

Para el caso de México, en el año 2004 el gasto en investigación y desarrollo experimental, se ubico en 31,640.4 millones de pesos corrientes, lo cual represento un decremento en términos reales de 4.72% respecto al año previo, lo cual se debe a una reducción en el financiamiento del sector Gobierno ya que el resto de los sectores experimentaron un incremento en sus niveles de inversión en este rubro.

México es un país con un PIB que se encuentra en los primeros 10 lugares del mundo, con un desempeño exportador e importador que también destaca en el contexto internacional. Sin embargo, al contrastar la inversión en I+D que se registra en nuestro país, se encuentra rezagos con la inversión realizada por otros países, aún cuando la comparemos con algunos cuya importancia económica es menor; ejemplo de esto es que esta inversión para 2004 fue de 0.41% que nos coloca como el país de la OCDE con menor proporción de inversión respecto al PIB. Respecto a países con un nivel de desarrollo similar al nuestro también se evidencian rezagos, ya que Brasil destina 0.97% del PIB a la I+D. Esta situación debe ser preocupante, ya que estos países se encuentran invirtiendo en conocimiento, el cual es una variable estratégica para el desarrollo inmediato de industrias con alto valor agregado, que proporcionan mejores niveles de vida de la población.

También se hace énfasis, que en esta investigación se trata básicamente de manera empírica el problema de la generación de capital humano, y su importancia dentro del crecimiento de la economía de distintos países, por el lado de la oferta. Sin embargo, es indudable que se tiene que analizar también por el lado de la demanda, y que tiene que ser desarrollado este análisis por ambos lados.

De esta manera se propone como nuevas líneas de investigación futuras, analizar el papel del capital humano, dentro del crecimiento económico, de manera más desglosada por otros enfoques económicos este tema.

En la actualidad, la ciencia y la tecnología son elementos indispensables para el desarrollo de un país y bienestar de su población, la modernización que impulsa la ciencia y la tecnología tiene como antecedente la implantación de políticas públicas adecuadas, un manejo efectivo de los recursos financieros y su destino a la atención de prioridades nacionales. Las naciones que alcanzan una mayor prosperidad económica y social en nuestros días son aquellas que basan sus estrategias en el fomento del conocimiento científico, el desarrollo del saber-hacer tecnológico y de sus aplicaciones, lo que se traduce en desarrollos e innovaciones que generan un mejor desempeño económico. Así los recursos que se derivan de este proceso, son canalizados en forma selectiva a proyectos de investigación, cuyos resultados e impacto se cristaliza en el mayor nivel de bienestar de las sociedades.

Los países que mas invierten en ciencia y tecnología están transformando el perfil del que-hacer de nuestro siglo y los conocimientos que producen se aplican de manera eficiente en las actividades productivas, es decir, estas practicas se materializan en las entidades de gobierno, empresas, instituciones educativas, organizaciones privadas no lucrativas y sociedad en general, lo que las convierte en elementos mas competitivos en la arena internacional.

El reto de una nación que se inserta en un mundo globalizado es la del lograr el crecimiento sostenido basado en el aumento de productividad en el largo plazo, mediante la acumulación de todo tipo de capital físico, humano y de conocimientos, a través de la investigación, el desarrollo y la innovación, lo que permite producir mas bienes y servicios con los mismos recursos, en consecuencia se aumenta la productividad en el trabajo acelerando el crecimiento económico. Sin embargo, los aspectos anteriores no son suficientes, si no se otorga al conocimiento su valor intrínseco y la prioridad necesaria para solucionar los problemas más urgentes de la sociedad actual.

## APÉNDICE.

### 2.3 MODELO DE CRECIMIENTO DE ROBERT SOLOW.

El modelo parte de los siguientes tres supuestos principales:

1. La población y la fuerza de trabajo crecen a una tasa de forma proporcional constante ( $n$ ), considerada independiente de otros aspectos y variables económicas.
2. El ahorro y la inversión son una proporción fija ( $s$ ) del producto neto en cualquier momento del tiempo. (Galindo 2003)
3. La tecnología, está afectada por dos coeficientes constantes, la fuerza de trabajo por unidad de producto y el capital por producto ( $v$ ).

Partiendo de los supuestos anteriores, pasaremos a obtener las hipótesis al igual que las ecuaciones del modelo de crecimiento neoclásico principal. Se plantea una economía donde se produce un sólo bien con un nivel de producción dado por  $Y$ , donde el ahorro es igual a la inversión, diciendo con esto que no existe una función de la inversión, formalmente;

$$S = I \therefore \notin f(I)$$

De lo anterior obtenemos que el ahorro está en función de la producción  $Y$ , por lo tanto el ahorro es una proporción que está en función del ingreso;

$$S = f(Y) \therefore S = sY \quad (4)$$

Lo anterior lo denotamos como la ecuación (4). Ahora como dijimos el ingreso  $Y$  se determina por el capital y el trabajo, por lo tanto, se supone en este modelo que el stock de capital no se deprecia y la inversión neta está dada por;

$$I = \dot{K}$$

El equilibrio de las variables anteriores se da por:

$$\dot{K} = sY \quad (5)$$

Por lo tanto, la función de producción de los dos factores está dada por;

$$Y = f(K, L) \quad (6)$$

Esta función tiene las propiedades de ser agregada, continua y con rendimientos decrecientes, y siendo implícito que el producto es función del capital, formalmente;

$$Y = f(k,1)$$

El producto esta dado por la relación entre el producto y el trabajo;

$$Y = \frac{Y}{L}$$

La relación entre el capital y el trabajo se define como:

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

Por lo tanto, al hacer la primera derivada de el producto en función del capital, obtenemos el producto marginal del capital, que es mayor que cero para todo K, es decir;

$$f'(K) > 0$$

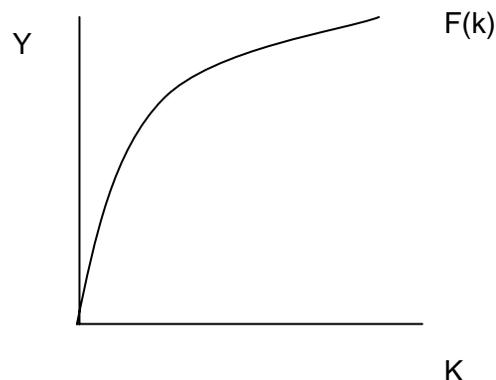
Con esto se pone en evidencia que al incrementarse la proporción capital-trabajo, la productividad marginal de capital disminuye, y, viceversa. Ahora, la fuerza de trabajo planteada en este modelo aumenta proporcionalmente y de manera exógena, por lo tanto, la tasa de crecimiento de la fuerza del trabajo es n;

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \tag{7}$$

Donde L es la mano de obra disponible y denotaremos con t al período temporal para obtener:

$$L = L_0 e^{nt}$$

**Figura 1. Productividad Marginal del Capital.**



La figura 1, muestra cuanta producción adicional por trabajador se obtiene por un incremento en el trabajo y en el capital. La gráfica señala que al aumentar en una unidad el capital (K), existen rendimientos decrecientes a escala, el producto marginal de capital se representa como:

$$PMK = f(+1) - f(k) \quad (8)$$

La ecuación anterior dice que si aumenta la cantidad de capital, la función de producción es decreciente, así que una unidad adicional de capital generará menos producción que una unidad anterior.

Después de presentar estos supuestos de manera formal y explicada, pasaremos a obtener la ecuación fundamental del modelo, para hacerlo, comenzamos sustituyendo la ecuación (6) en (5) y obtenemos;

$$K = sF(K, L)$$

O lo que es lo mismo:

$$\dot{K} = sF(K, L_0 e^m) \quad (9)$$

Entonces, llamaremos a la proporción del capital respecto de la fuerza de trabajo k,

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

Se obtiene;

$$K = kL_0^m e$$

A la anterior ecuación la diferenciamos respecto a t, para obtener;

$$\dot{K} = L_0 e^m \dot{k} + nkL_0 e^m$$

Sustituyendo la ecuación anterior en la ecuación (9), tenemos:

$$(\dot{k} + nk)L_0 e^m = sF(K, L_0 e^m)$$

Como en la función anterior los rendimientos son constantes a escala lo dividimos entre L, que es igual a,  $L_0 e^m$ , para de esta manera obtener la siguiente ecuación;

$$(\dot{k} + nk)L_0 e^{nt} = sL_0 e^{nt} F\left(\frac{K}{L_0 e^{nt}}, 1\right) \quad (10)$$

Simplificando y despejando la ecuación anterior llegamos a que;

$$\dot{k} = sF(k,1) - nk$$

O lo que es lo mismo, y que nos da la ecuación fundamental del modelo de crecimiento de Robert Solow, o la Ecuación Fundamental del equilibrio neoclásico.

$$\dot{k} = sf(k) - nk \quad (11)$$

Dado que  $k = K/L$ , la tasa relativa de cambio de  $k$  es la diferencia entre las tasas relativas de cambio de  $K$  y  $L$ , es decir;

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

Ahora, en primer lugar,  $\dot{L}/L = n$ . En segundo,  $\dot{K} = sF(K,L)$ . Si hacemos esas sustituciones, tenemos:

$$\dot{k} = k \frac{sF(K,L)}{K} - nk \quad (12)$$

Ahora dividimos a  $L$  para sacarla de  $F$  como antes; nótese que  $L/K = 1/k$ , y obtenemos (11) otra vez. La función  $f(k)$  que aparece en (11) puede interpretarse con facilidad. Es la curva del producto total a medida que se emplean cantidades variables de  $k$ , de capital, con una unidad de mano de obra. (Sen 1970)

La función  $\dot{K} = sAK^\alpha H^{1-\alpha}$  (15) dice que la función es decreciente por el hecho de que como la mano de obra,  $L$ , es constante,  $k$ , es decir, el cociente de  $K/L$ , entre más se utiliza capital se reduce la productividad marginal del capital, lo que hace que cada vez que se incrementa el capital la curva

de la función de producción tiende a cero y la curva de mano de obra siga constante causando desequilibrio.

A largo plazo se supone que la función de producción oscila entre la curva de la oferta de mano de obra, de donde viene la idea de convergencia, es decir, que al momento de que las dos curvas están en equilibrio hay convergencia, pero si no son iguales, o bien puede haber tanto convergencia o divergencia.

El progreso tecnológico ahorrador de trabajo<sup>1</sup> se incorpora a una tasa constante de crecimiento, con él se puede obtener un estado estacionario para el modelo donde las variables relevantes crecen a una tasa constante y exógena.

El hecho de mantener un progreso tecnológico exógeno se debe a las propias características del modelo, que no permiten hacerlo endógeno debido, por ejemplo, al agotamiento del producto en la redistribución a los factores y por ende se explica que no se tendría inversión en actividades tales como la investigación y el desarrollo (1+D). En síntesis, la tasa de crecimiento de la economía, no es afectada a largo plazo por la tasa de inversión y sólo depende de factores estructurales exógenos (como tasa de crecimiento poblacional y de progreso tecnológico). Por lo anterior, el modelo no explica los determinantes del crecimiento a largo plazo.

El modelo explica la estabilidad del crecimiento a largo plazo y que las economías se acercan a su estado estacionario, por lo cual las economías que tengan las mismas variables exógenas estructurales, convergen en sus respectivos 0.estados estacionarios, que son los mismos entre sí, es decir, a medida que aumenta el stock de capital se genera un aumento en la producción, pero una parte constante del producto es ahorrado, el capital sigue creciendo pero en menor proporción, hasta

---

<sup>1</sup> El progreso tecnológico ahorrador de trabajo es aquel que permite obtener el mismo volumen de producto, pero con menor cantidad de trabajo en relación con otro factor, por ejemplo el capital. Corresponde a funciones de la forma  $Y = F[K, LA(t)]$ .

llegar al punto en el que solamente cubre la depreciación del capital y el incremento poblacional. Este nivel de capital por persona se mantiene constante y es conocido como el estado estacionario, donde todas las variables crecen a una tasa constante y exógena.

Cuando estas variables estructurales son diferentes, las economías convergen en sus respectivos estados estacionarios que son diferentes entre sí. Uno de los principales problemas del modelo neoclásico en la aplicación empírica es la imposibilidad de explicar el fenómeno de la convergencia a nivel real. Así se retoma el modelo neoclásico y se extiende a partir de una función de producción agregada en la que se incluyan como insumos el acervo acumulado del capital humano, la infraestructura y el progreso tecnológico.

Algunos trabajos recientes, sin embargo, sugieren que este modelo no incorpora todos los mecanismos relevantes de la convergencia y cuestionan su capacidad para explicar las variaciones en los niveles de ingreso y la tasa de crecimiento existente a nivel internacional e interregional. En este momento el debate se centra mayormente en cuestiones econométricas relacionadas con la correcta especificación de los modelos empíricos de crecimiento y en las ventajas y desventajas de las estimaciones utilizando datos de panel. (Fuentes 2003)

En el caso de que no se verificara la convergencia no quiere decir que no es válido el modelo neoclásico, porque puede ser que simplemente la hipótesis no sea válida y por consiguiente, al no cumplirse ese requisito no se espera que se de una convergencia absoluta.

Así pues, el modelo de Solow supone que, independientemente de cuál sea su punto de partida, la economía converge hacia una senda de crecimiento sostenido, esto es, una situación en la que todas y cada una de las variables del modelo crecen a una tasa constante. En este estado estacionario, la

tasa de crecimiento de la producción por trabajador depende exclusivamente de la tasa de crecimiento del progreso técnico. (Romer 2006)

## BIBLIOGRAFÍA.

- 1) Ahn, S. y P. Hemmings (2000). *Policy influences on economic growth in OECD countries: an evaluation of the evidence*. OECD Working Paper No. 246.
- 2) Azarides, C., y Drazen A. (1990). *Threshold externalities in economic development*. Quaterly Journal of Economics. Pp. 501-526.
- 3) Barro, R., Y Sala-I-Martin X., (1995) *Economic Growth*. Mc Graw Hill.
- 4) \_\_\_\_\_, (1992) *Human Capital and Economic Growth, Policies for Long run Economic Growth*, USA, Federal Reserve Bank of Kansas.
- 5) \_\_\_\_\_, , Sala-I-Martin X. (1992), *Convergence*, Journal of Political Economic.
- 6) \_\_\_\_\_. (1990), *Public Finance in Models of Economic Growth*, Working Paper No. 3362, mayo.
- 7) Becker, G. S. (1983), *El Capital Humano*; Alianza Universidad Textos, Alianza Editorial, Madrid.
- 8) Becker, G., Murphy, K. (1988), *Economic Growth, Human Capital and Population Growth*, University of Chicago, junio.
- 9) Benhabid, J., Spiegel, M. M., (1994), *The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross- Country Data*, Journal of Monetary Economics, vol. 34, pp. 143-173.
- 10) Burdisso, T., (1997). *Estimación de una Función de Costos para los Bancos Privados Argentinos Utilizando Datos de Panel*. Banco Central de la República Argentina, Documentos de Trabajo N° 3.
- 11) Denison, E. F., (1962) *The Sources Of Economic Growth In The United States And The Alternatives Before Us*. Washington, D.C.: Committee For Economic Development.
- 12) Canudas, R., (2001). *Estudio Econometrico de la Influencia del Capital Humano en el Crecimiento de la Productividad Industrial de Mexico, 1960-1993*. Euro-American Association of Economic Development in its journal Estudios Economicos de Desarrollo Internacional.
- 13) Carrillo H. Mario M., (1978). *Desarrollo Y Crecimiento Económico: Una Interpretación*. Ciencia Administrativa, Vol. 1, Núm. 1.
- 14) Coe D.T., y Helpman E. (1995). *"International R&D Spillovers,"* NBER Working Papers 4444, National Bureau of Economic Research
- 15) Charemza, W., (1997) *New Directions in Econometric Practice: General to Specific Modelling Cointegration, and Vector Autoregression*, England, Lyme, N.H. Editorial. Elgar.

- 16) Chen, B.L., (1995) *Self-Fulfilling Expectations, History, and the Big Push: A Search Equilibrium Model of Unemployment*, *Journal of Economics* 61(3), 245-271.
- 17) Cragg, M. I. y Epelbaum M., (1996). "The premium for Skills in LDCs: Evidence from Mexico". *Journal of Development Economics*, 51
- 18) Díaz-Bautista, A., (2003) *Apertura Comercial Y Convergencia Regional En México*, Revista "Comercio Exterior", Volumen 53, Número 11.
- 19) \_\_\_\_\_, (2003) *Capital Humano Y Crecimiento Económico En México (1970-2000)*. Revista "Comercio Exterior", Volumen 53, Número 11.
- 20) Dinopoulos, E. y Thompson, P. (1998): «Schumpeterian Growth Without Scale Effects». *Journal of Economic Growth*, 3: 313-35.
- 21) Dollar, D. Y Aart K., (2001) *Trade, Growth And Poverty*. The World Bank.
- 22) Domar, E. D., (1952) "A Theoretical Analysis of Economic Growth". AER.
- 23) Engelbrecht, H-J., (1997) *International R&D Spillovers, Human Capital And Productivity In OECD Economies: An Empirical Investigation*. *European Economic Review* No. 41.
- 24) Esquivel, G., (2002) *Nex Estimates Of Gross State Product In Mexico, 1940-2000*. Mimeo. Colmex..
- 25) \_\_\_\_\_, López Calva., (2003) *Crecimiento Económico, Desarrollo Humano Y Desigualdad Regional En México 1950-2000*. Estudios Sobre Desarrollo Económico. PNUD.
- 26) Escaith H. Y Morley S., (2000) *El Efecto De Las Reformas Estructurales En El Crecimiento Económico De América Latina Y El Caribe. Una Estimación Empírica*. Trimestre Económico.
- 27) Enders, W., (2004) *Applied Econometric Time Series*. Second Edition, Usa, Edit. John Wiley & Sons, Inc.
- 28) Fuentes, Flores N. A., Mendoza Cota, J. E., (2003). *Infraestructura Pública Y Convergencia Regional En México, 1980-1998*. Comercio Exterior, Vol. 53. Núm. 2.
- 29) \_\_\_\_\_; Díaz-Bautista A. (2003). *Crecimiento Con Convergencia O Divergencia En Las Regiones De México*. Editorial, Plaza Y Valdez. México. Pp. 53-54.
- 30) Galindo, M. A. Y Malgesini, G., (1994) *Crecimiento Económico. Principales Teorías Desde Keynes*. Madrid, Edit. McGraw-Hill/ Interamericana De España, S. A.
- 31) Garza Campos, M. A. (1994) *Resultados De Convergencia En Niveles De Vida Entre Estados De México, Aplicación De Modelos De Crecimiento Neoclásico: La Importancia Del Capital Humano*. UANL. FE. CIE.
- 32) Goldin, C. y Katz, L., (1999). *The returns to skill in the United States across the twentieth century*, NBER Working Papers, No. 7126, Abril.

- 33) Grossman, G. M. y Helpman, E. (1991), *Trade, Knowledge Spillovers and Growth*, European Economic Review, vol. 35, pp. 517-526.
- 34) \_\_\_\_\_, (1991). *Innovation And Growth In The Global Economy*. Mit Press.
- 35) \_\_\_\_\_,(1994), **Endogenous Innovation en the Theory of Growth**, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, No. 1.
- 36) Guaitoli, D., (2000) *Human Capital Distribution, Growth And Convergence*. Research In Economics.
- 37) Gujarati, D. N., (2004) *Econometría*. Cuarta Edición. México. Edit. Mcgraw Hill.
- 38) Guisan, M.C., Cancelo, M.T., y Diaz, M.R., (1997). "*Regional patterns of industrial sector in EU countries 1980-1995*," Economic Development 16, University of Santiago de Compostela. Faculty of Economics and Business. Econometrics.
- 39) \_\_\_\_\_ y Neira, I., (1997). "*Educacion y crecimiento: una perspectiva mundial 1960-90*," Economic Development 15, University of Santiago de Compostela. Faculty of Economics and Business. Econometrics
- 40) \_\_\_\_\_, Neira, I., y Aguayo, E., (1998). "*Capital humano y capital fisico en la OCDE, su importancia en el crecimiento economico en el periodo 1965-90*," Economic Development 26, University of Santiago de Compostela. Faculty of Economics and Business. Econometrics..
- 41) \_\_\_\_\_, Cancelo, T., Aguayo, E., y Diaz, M.R., (2003). "*Education, Investigation et Developpement Regional*," *Economic Development* 66, University of Santiago de Compostela. Faculty of Economics and Business. Econometrics.
- 42) Greene, W. H. (2000) *Econometric Analysis*. Cuarta Edición. USA. Prentice Hall.
- 43) Haveman, R. H. Y Wolfe, B.L., (1984) *Education, Productivity, And Well-Being: On Defining And Measuring The Economic Characteristics Of Schooling*, Edwin Dean, Ed. Education And Economic Productivity. Cambridge : Ballinger Publishing Company: 19-55 ,1984.
- 44) Harrod, R. F. (1959). "*Domar and Dynamic Economics*" The Economic Journal. Vol. 69. (Septiembre), pp. 451-464.
- 45) Howitt, P. (1999): *Steady Endogenous Growth with Population and R&D Inputs Growing*. *Journal of Political Economy*, 107: 715-730.
- 46) Hywel G. J., (1976), *Modern Theories of Economic Growth*. New York. Mc Graw Hill.
- 47) Hsiao, C., (1986). *Analysis of Panel Data*. Econometric Society Monographs. Cambridge University Press.
- 48) <http://www.economia.gob.mx>

- 49) Issa, H., (2003) *Human Capital, Demographic Transition And Economic Growth*. The University Of Manchester No. 28.
- 50) Johansen, S., (1988). *Statistical Análisis of Cointegration Vectors*. Journal of Economic Dynamics and Control, No. 12
- 51) Keynes, J. M., (1943) *Teoría General De La Ocupación, El Interés Y El Dinero*. México, Edit. Fondo De Cultura Económica.
- 52) Lucas, R. E. (1988), *On the Mechanics of Economic Development*, Journal of Monetary Economics, Julio, pp.3-42.
- 53) Mendoza, M. A. (1997) : “*Educación y crecimiento económico en México*”.Clemente Ruíz Durán. El reto de la educación superior en la sociedad del conocimiento. México : ANUIES.
- 54) Mora Corral, A.J., (2002) *Sobre Convergencia Económica. Aspectos Teóricos Y Análisis Empírico Para Las Regiones Europeas Y Españolas*. Tesis. Departamento De Econometría, Estadística Y Economía Española. Barcelona.
- 55) Meza González, L., (2006) *Transformaciones Del Mercado Laboral Mexicano*. Departamento De Economía .Universidad Iberoamericana. Marzo-Abril.
- 56) Mankiw, N. G., Romer, D., y Weil D., eds. (1992). *A contribution to the Empirics of Economic Growth*. Quarterly Journal of Economics No. 107 Mayo.
- 57) Neira I., Guisan C., (2002) *Capital Humano Y Capital Físico En La Ocede, Su Importancia En El Crecimiento Económico En El Periodo 1965-1990*. Econometrics. Working Paper. Series Economic Development 26.
- 58) \_\_\_\_\_., (2002) *Modelos Econométricos De Capital Humano Y Crecimiento Económico: Estimación Del Efecto Inversión En Países De La OCDE, Latinoamérica Y Asia*. Documento De La Serie Economic Development N.62, De La Euro-American Association Of Economic Development.
- 59) OCDE (2007).
- 60) \_\_\_\_\_(1998) : *Human Capital Investment. An International Comparision*. París : OECD.
- 61) Peretto, P. F. (1998): *Technological Change and Population Growth*. Journal of Economic Growth, 3: 283-311.
- 62) Tamura, R, Sadler M., (2001) *Specialized Human Capital Investment, Growth And Convergence*. Journal Of Political Economy.
- 63) Trado Jiménez, R., (2003) *La Nueva Teoría Del Crecimiento Y Los Países Menos Desarrollados*. Comercio Exterior, Vol. 53. Núm. 10.
- 64) Pindyck, R. Y Rubinfeld, D., (1998) *Econometría: Modelos Y Pronósticos*. México, Cuarta Edición, Editorial Mcgraw-Hill Interamericana.

- 65) Psacharopoulos, G., (1984). *Education And Development. A Review*. World Bank Research Observer, 3, 1 pp. 99-116.
- 66) Rachman-Moore, D. y Wolfe, R. G. (1984). *Robust Analysis of a Non-linear Model for Educational Survey Data*. Journal of Educational Statistics, 9, 277-294.
- 67) Ranis, G., (2000). "*Strategies for Success in Human Development*," Working Papers 808, Economic Growth Center, Yale University.
- 68) Singleton, J. y Robertson P.L., (2002) *Economic Relations Between Britain and Australasia 1945-1970*, Basingstoke: Palgrave.
- 69) Spanos, A. (1999) "Probability Theory and Statistical Inference: Econometric Modeling with Observational Data," *Cambridge University Press*, Cambridge.
- 70) Romer, P. M, (1986). "*Increasing Returns and Long-run Growth*," Journal of Political Economy, University of Chicago Press, vol. 94(5), pages 1002-37.
- 71) \_\_\_\_\_, (1988). "*Capital Accumulation In The Theory Of Long Run Growth*," RCER Working Papers 123, University of Rochester - Center for Economic Research (RCER).
- 72) \_\_\_\_\_, (1989). "*Human Capital And Growth: Theory and Evidence*," NBER Working Papers 3173, National Bureau of Economic Research, Inc.
- 73) \_\_\_\_\_, (1990) *Endogenous Technological Change*. Journal Of Political Economy, Núm, 98.
- 74) Romer, D., (2006). *Macroeconomía Avanzada*, Mc Graw Hill. Madrid.
- 75) Schultz, T. W., (1961). *Investment In Human Capital*. The American Economic Review, 51, pp.1-17.
- 76) Sen, A.,(1970) *Economía Del Crecimiento*. México, FCE Trimestre Económico.
- 77) Sims, C., (1980) *Macroeconomics and Reality* ,Econometrica, vol.48, pp. 1-48.
- 78) Solow, R. M., (1956). *A Contribution To The Theory Of Economic Growth*. Quaterly Journal Of Economics. No. 70 (Febrero), pp. 65-94.
- 79) \_\_\_\_\_, (1959). *Investment And Technical Progress*. In Kenneth J. Arrow, Samuel Korbin, And Patrick Suppes, Eds., *Mathematical Methods In Social Sciences*. Stanford University Press.
- 80) Sosvilla Rivero, S. Y Alonso Mesenguer J., (2003) *El Efecto Del Capital Humano Sobre El Crecimiento: ¿Importa El Periodo Muestral?*. Fedea (Fundación De Estudios De Economía Aplicada). Documento De Trabajo No.22.
- 81) Swan, T. W. (1956). *Economic Growth And Capital Accumulation*. Economic Record No. 32 (Noviembre). Pp.334-361.

- 82) Uzawa, H., (1995). *Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth*. International Economic Review, No. 6 Enero.
- 83) Wolff N. E. (2000) *Human Capital Investment And Economic Growth: Exploring The Cross Country Evidence*. Structural Change And Economic Dynamics No. 11.
- 84) Wooldrige, J. M., (2001). *Introducción A La Econometría*, México. Thomson-Learning.

# ANEXO ESTADÍSTICO.

**CUADRO A1.1**

**ESTIMACIÓN DEL MODELO VAR.**

Vector Autoregression Estimates

Date: 03/28/07 Time: 09:51

Sample(adjusted): 1972 2004

Included observations: 33 after adjusting endpoints

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	LPIB	LK	LIED	LSUP
LPIB(-1)	1.693912 (0.53452) [ 3.16901]	1.938001 (1.56359) [ 1.23946]	2.174545 (3.80000) [ 0.57225]	0.219661 (0.33068) [ 0.66427]
LPIB(-2)	-0.992968 (0.59207) [-1.67710]	-2.370207 (1.73193) [-1.36853]	-4.692206 (4.20913) [-1.11477]	0.006779 (0.36628) [ 0.01851]
LK(-1)	-0.231872 (0.16562) [-1.40003]	0.200754 (0.48447) [ 0.41438]	0.105396 (1.17741) [ 0.08951]	-0.081227 (0.10246) [-0.79277]
LK(-2)	0.196759 (0.17494) [ 1.12473]	0.332317 (0.51173) [ 0.64940]	1.112090 (1.24366) [ 0.89421]	0.029943 (0.10822) [ 0.27668]
LIED(-1)	-0.017841 (0.02771) [-0.64395]	-0.101117 (0.08105) [-1.24766]	0.446119 (0.19697) [ 2.26496]	0.010173 (0.01714) [ 0.59352]
LIED(-2)	0.021358 (0.02340) [ 0.91263]	0.080961 (0.06846) [ 1.18264]	0.159512 (0.16637) [ 0.95876]	-0.006338 (0.01448) [-0.43774]
LSUP(-1)	0.529181 (0.37055) [ 1.42808]	0.663504 (1.08394) [ 0.61212]	4.465938 (2.63432) [ 1.69529]	0.973902 (0.22924) [ 4.24838]
LSUP(-2)	-0.461002 (0.31419) [-1.46725]	-0.538741 (0.91908) [-0.58617]	-2.575006 (2.23365) [-1.15283]	-0.085868 (0.19437) [-0.44177]
C	2.614415 (1.48738) [ 1.75773]	5.147068 (4.35088) [ 1.18299]	18.63339 (10.5740) [ 1.76219]	-1.670299 (0.92016) [-1.81523]
DUM87	0.040239 (0.04586) [ 0.87752]	0.059148 (0.13414) [ 0.44095]	-0.398420 (0.32600) [-1.22216]	-0.019142 (0.02837) [-0.67475]
DUM82	-0.021150 (0.04138) [-0.51115]	-0.052174 (0.12104) [-0.43104]	-0.217352 (0.29417) [-0.73888]	0.004878 (0.02560) [ 0.19057]
R-squared	0.901821	0.646088	0.951130	0.997675
Adj. R-squared	0.857194	0.485220	0.928917	0.996618
Sum sq. resids	0.026284	0.224907	1.328394	0.010059
S.E. equation	0.034565	0.101109	0.245727	0.021383

F-statistic	20.20798	4.016242	42.81760	943.8655
Log likelihood	70.90743	35.48650	6.181885	86.75494
Akaike AIC	-3.630754	-1.484030	0.292007	-4.591208
Schwarz SC	-3.131918	-0.985194	0.790843	-4.092372
Mean dependent	8.974474	2.966161	8.106844	1.851279
S.D. dependent	0.091466	0.140922	0.921655	0.367672
<hr/>				
Determinant Residual Covariance	4.96E-11			
Log Likelihood (d.f. adjusted)	204.2029			
Akaike Information Criteria	-9.709267			
Schwarz Criteria	-7.713923			

**CUADRO A1.2**

**PRUEBA DE CORRELACIÓN**

VAR Residual Serial Correlation LM

Tests

H0: no serial correlation at lag order h

Date: 03/28/07 Time: 09:51

Sample: 1970 2004

Included observations: 33

Lags	LM-Stat	Prob
1	9.912677	0.8711
2	8.737829	0.9238

Probs from chi-square with 16 df.

**CUADRO A1.3**

**PRUEBA DE HETEROCEDASTICIDAD.**

VAR Residual Heteroskedasticity Tests: No Cross Terms (only levels and squares)

Date: 03/28/07 Time: 09:52

Sample: 1970 2004

Included observations: 33

Joint test:		
Chi-sq	df	Prob.
162.9896	180	0.8135

Individual components:					
Dependent	R-squared	F(18,14)	Prob.	Chi-sq(18)	Prob.
res1*res1	0.746195	2.286691	0.0609	24.62443	0.1356
res2*res2	0.701735	1.829896	0.1279	23.15726	0.1846
res3*res3	0.589792	1.118278	0.4221	19.46313	0.3638
res4*res4	0.285876	0.311358	0.9891	9.433920	0.9488
res2*res1	0.716051	1.961371	0.1029	23.62969	0.1675
res3*res1	0.550972	0.954357	0.5448	18.18206	0.4437
res3*res2	0.458659	0.658984	0.7995	15.13576	0.6526
res4*res1	0.254273	0.265202	0.9953	8.391022	0.9722
res4*res2	0.323716	0.372297	0.9746	10.68261	0.9073
res4*res3	0.469033	0.687055	0.7758	15.47809	0.6289

**CUADRO A1.4**

**PRUEBA DE RAÍCES CARACTERÍSTICAS**

Roots of Characteristic Polynomial  
 Endogenous variables: LPIB LK LIED LSUP  
 Exogenous variables: C DUM87 DUM82  
 Lag specification: 1 2  
 Date: 03/22/07 Time: 15:32

Root	Modulus
0.946840	0.946840
0.838702 - 0.224953i	0.868346
0.838702 + 0.224953i	0.868346
0.218776 - 0.467420i	0.516085
0.218776 + 0.467420i	0.516085
0.457707	0.457707
-0.171938	0.171938
-0.032878	0.032878

No root lies outside the unit circle.  
 VAR satisfies the stability condition.

**CUADRO A2.1**

**DESCOMPOSICIÓN DE LA VARIANZA**

Variance Decomposition of LPIB:

Period	S.E.	LPIB	LK	LIED	LSUP
1	0.034565	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.052189	94.38380	1.173372	0.201789	4.241038
3	0.060914	87.23363	3.008023	0.926404	8.831947
4	0.066590	82.02940	3.533594	2.461124	11.97588
5	0.070845	79.25265	3.354588	3.583991	13.80877
6	0.074061	77.67128	3.094612	4.226468	15.00764
7	0.076269	76.47985	2.918120	4.665631	15.93640
8	0.077641	75.48229	2.830115	5.017887	16.66971
9	0.078438	74.69302	2.813981	5.287531	17.20546
10	0.078885	74.11510	2.849368	5.468859	17.56667

Variance Decomposition of LK

Period	S.E.	LPIB	LK	LIED	LSUP
1	0.101109	82.37625	17.62375	0.000000	0.000000
2	0.135390	84.67807	11.79837	2.532887	0.990677
3	0.139524	84.16483	11.11117	2.385018	2.338985
4	0.140208	83.34835	11.00394	2.814838	2.832864
5	0.140689	83.03693	11.06715	3.060268	2.835659
6	0.141144	82.77294	11.31488	3.060425	2.851757
7	0.141743	82.51703	11.49950	3.041956	2.941511
8	0.142570	82.32910	11.54702	3.037325	3.086555
9	0.143567	82.17642	11.49925	3.043660	3.280670
10	0.144567	82.01399	11.40869	3.068858	3.508469

Variance Decomposition of LIED

Period	S.E.	LPIB	LK	LIED	LSUP
1	0.245727	0.227308	7.297167	92.47552	0.000000
2	0.302425	9.071509	4.817564	77.11572	8.995204
3	0.342984	11.56282	4.023538	68.69801	15.71563
4	0.368667	11.79076	4.223540	63.78269	20.20301

5	0.384380	11.30131	4.831049	60.91107	22.95657
6	0.394083	10.78532	5.498154	59.07007	24.64645
7	0.400341	10.47262	6.038499	57.79577	25.69311
8	0.404570	10.35582	6.398134	56.87150	26.37455
9	0.407491	10.32537	6.594471	56.20148	26.87868
10	0.409543	10.28768	6.671402	55.72041	27.32050

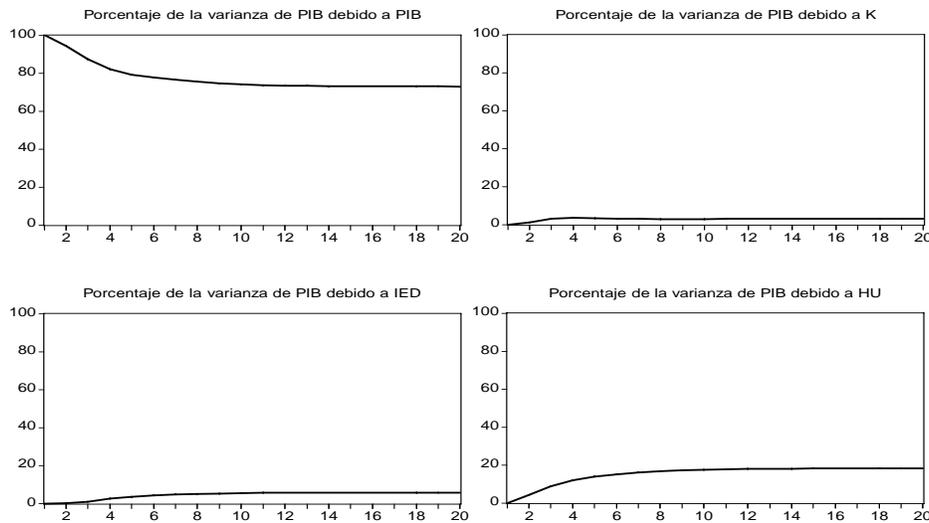
Variance Decomposition of LSUP:

Period	S.E.	LPIB	LK	LIED	LSUP
1	0.021383	0.000795	7.050365	2.735549	90.21329
2	0.029745	0.011727	3.867199	5.279380	90.84169
3	0.036651	2.205490	2.550488	6.491311	88.75271
4	0.043944	8.372307	1.894781	6.689178	83.04373
5	0.052025	15.74741	1.637265	6.618699	75.99663
6	0.060507	22.08673	1.570348	6.653642	69.68928
7	0.068940	26.97476	1.533678	6.817196	64.67437
8	0.076987	30.61792	1.468934	7.044893	60.86826
9	0.084406	33.25839	1.376861	7.295840	58.06891
10	0.091036	35.10046	1.272897	7.553595	56.07305

Cholesky Ordering: LPIB

LK LIED LSUP

Descomposición de la Varianza



CUADRO A2.2

FUNCIONES DE IMPULSO-RESPUESTA.

Response of LPIB:

Period	LPIB	LK	LIED	LSUP
1	0.034565	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.037094	-0.005653	-0.002344	0.010748
3	0.025808	-0.008925	0.005374	0.014567
4	0.020013	-0.006714	0.008646	0.014259
5	0.018450	-0.003418	0.008411	0.012729
6	0.016811	-0.001172	0.007207	0.011407
7	0.013731	8.06E-05	0.006291	0.010191
8	0.010063	0.000924	0.005575	0.008823
9	0.006739	0.001591	0.004779	0.007329

10	0.004072	0.002045	0.003873	0.005881
----	----------	----------	----------	----------

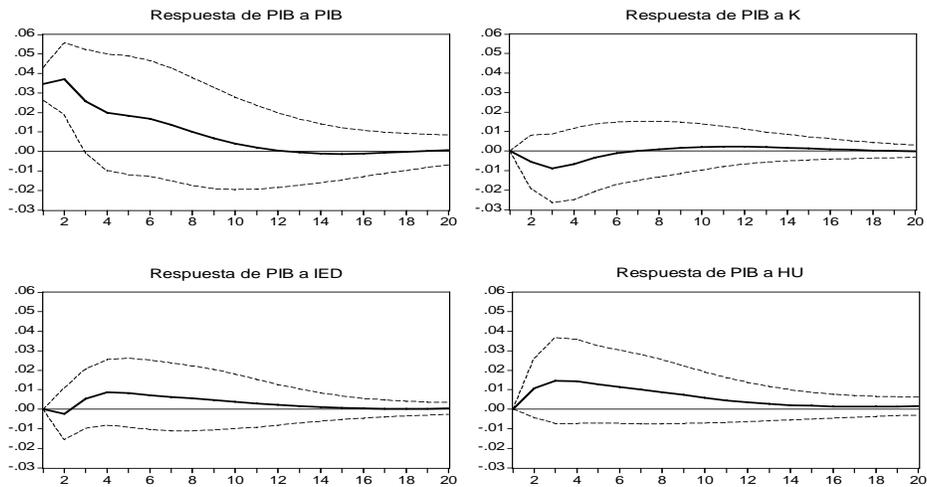
Response of LK:				
Period	LPIB	LK	LIED	LSUP
1	0.091768	0.042446	0.000000	0.000000
2	0.084265	0.019001	-0.021547	0.013476
3	0.029367	-0.000558	-1.96E-05	0.016545
4	-0.000624	-0.000402	0.009437	0.010078
5	-0.007135	0.005232	0.007237	0.002093
6	-0.007353	0.007973	0.001991	-0.002617
7	-0.009420	0.007500	-0.001213	-0.004781
8	-0.012483	0.006058	-0.002492	-0.006033
9	-0.014266	0.004807	-0.003158	-0.006987
10	-0.014240	0.003768	-0.003746	-0.007554

Response of LIED:				
Period	LPIB	LK	LIED	LSUP
1	0.011715	-0.066379	0.236301	0.000000
2	0.090331	0.000218	0.121213	0.090703
3	0.072838	0.018084	0.101411	0.101294
4	0.049226	0.031737	0.076654	0.094718
5	0.025922	0.037381	0.057482	0.080367
6	0.007234	0.037429	0.041737	0.066019
7	-0.005915	0.033754	0.029902	0.053877
8	-0.012857	0.028181	0.021320	0.044609
9	-0.013968	0.021858	0.015379	0.038246
10	-0.010483	0.015479	0.011637	0.034521

Response of LSUP:				
Period	LPIB	LK	LIED	LSUP
1	6.03E-05	0.005678	0.003537	0.020310
2	0.000316	0.001407	0.005848	0.019780
3	0.005433	-0.000209	0.006363	0.019709
4	0.011491	-0.001526	0.006479	0.020284
5	0.016265	-0.002779	0.007069	0.021291
6	0.019555	-0.003630	0.008028	0.022236
7	0.021758	-0.003924	0.008967	0.022857
8	0.023080	-0.003765	0.009672	0.023106
9	0.023552	-0.003321	0.010111	0.023007
10	0.023228	-0.002720	0.010307	0.022585

Cholesky      Ordering:  
LPIB LK LIED LSUP

**Funciones de Impulso - Respuesta (Cholesky)**  
 (-2 < errores estándar < 2)



**CUADRO A3.1**

**ESTIMACIONES DEL MODELO DE PANEL DE DATOS.**

System: SYS01				
Estimation Method: Least Squares				
Date: 09/05/05 Time: 20:55				
Sample: 1970 2004				
Included observations: 35				
Total system (unbalanced) observations 593				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	3485,448	9526,731	0,36586	0,7146
C(2)	-0,032599	0,023994	-1,358658	0,1749
C(3)	-0,000446	0,002722	-0,163726	0,87
C(4)	35,40399	52,41631	0,675438	0,4997
C(5)	-38,77718	101,8202	-0,38084	0,7035
C(6)	2,381368	96,29699	0,024729	0,9803
C(7)	-21,06464	53,7568	-0,391851	0,6953
C(8)	1662,466	1928,42	0,862087	0,3891
C(9)	0,010912	0,016683	0,654089	0,5134
C(10)	0,212147	0,038072	5,572303	0
C(11)	12,47058	24,98321	0,499158	0,6179
C(12)	139,3197	33,4911	4,159901	0
C(13)	-113,1016	42,16497	-2,68236	0,0076
C(14)	-522,173	120,617	-4,329184	0
C(15)	8645,531	2259,164	3,826872	0,0001
C(16)	0,067162	0,02442	2,750264	0,0062
C(17)	0,006842	0,002706	2,527862	0,0118
C(18)	-13,97089	16,0872	-0,868447	0,3856
C(19)	-111,642	29,04038	-3,844371	0,0001
C(20)	-263,1714	43,2644	-6,082863	0
C(21)	239,3499	68,34174	3,502251	0,0005
C(22)	742,0673	3080,716	0,240875	0,8098

C(23)	0,069719	0,010107	6,898157	0
C(24)	0,021817	0,013438	1,623552	0,1051
C(25)	-5,173079	15,94628	-0,324407	0,7458
C(26)	0,643529	21,27902	0,030242	0,9759
C(27)	-16,05196	92,90867	-0,172771	0,8629
C(28)	3,339808	93,70575	0,035641	0,9716
C(29)	5771,92	1821,459	3,168845	0,0016
C(30)	0,139086	0,015836	8,782685	0
C(31)	0,027031	0,011435	2,363864	0,0185
C(32)	-95,50221	16,54154	-5,773479	0
C(33)	-34,51863	18,22053	-1,894491	0,0588
C(34)	-29,2016	18,45379	-1,582417	0,1142
C(35)	-166,2416	25,93032	-6,41109	0
C(36)	5698,64	4130,387	1,379687	0,1683
C(37)	0,257558	0,047729	5,396308	0
C(38)	0,339271	0,346323	0,979639	0,3278
C(39)	-54,38922	31,02872	-1,752867	0,0803
C(40)	-54,37351	57,31229	-0,948723	0,3432
C(41)	193,7799	60,79206	3,187586	0,0015
C(42)	-290,3314	54,74197	-5,303634	0
C(43)	17095,06	8384,75	2,038828	0,042
C(44)	0,358947	0,181768	1,974753	0,0489
C(45)	-1,583752	1,153844	-1,372588	0,1705
C(46)	-492,762	66,21439	-7,441918	0
C(47)	214,4081	141,2096	1,518368	0,1296
C(48)	107,7034	46,58954	2,311751	0,0212
C(49)	-490,6074	84,96107	-5,774496	0
C(50)	-854,3864	2364,216	-0,361383	0,718
C(51)	0,092123	0,042902	2,147287	0,0323
C(52)	0,071956	0,037768	1,905223	0,0574
C(53)	4,329402	21,2469	0,203766	0,8386
C(54)	24,0722	28,4182	0,84707	0,3974
C(55)	2,976831	3,362906	0,885196	0,3765
C(56)	-104,1592	23,76194	-4,383448	0
C(57)	-161,4703	876,5251	-0,184216	0,8539
C(58)	0,087423	0,023471	3,724698	0,0002
C(59)	-0,945977	0,261615	-3,615916	0,0003
C(60)	-1,150569	5,621061	-0,204689	0,8379
C(61)	26,32986	18,45297	1,426863	0,1543
C(62)	-43,6031	23,87022	-1,826674	0,0684
C(63)	13,66542	9,060002	1,508324	0,1321
C(64)	-931,5014	145,6755	-6,394358	0
C(65)	-0,009199	0,006203	-1,483096	0,1387
C(66)	-0,104168	0,025753	-4,044877	0,0001
C(67)	27,57381	4,676986	5,895637	0
C(68)	13,93357	1,831241	7,60881	0
C(69)	33,92433	5,258068	6,451863	0
C(70)	-188,4547	36,16869	-5,210437	0
C(71)	20757,46	10407,07	1,994554	0,0467
C(72)	0,341327	0,084903	4,020221	0,0001
C(73)	-0,042954	0,030529	-1,40698	0,1601

C(74)	-155,4038	98,72376	-1,574128	0,1161
C(75)	-220,9991	118,9874	-1,857332	0,0639
C(76)	-74,89624	174,3566	-0,429558	0,6677
C(77)	5,103012	221,2826	0,023061	0,9816
C(78)	304068,2	32214,42	9,438885	0
C(79)	-13,33341	3,368268	-3,958537	0,0001
C(80)	1,516461	8,77548	0,172807	0,8629
C(81)	1190,942	358,6443	3,320679	0,001
C(82)	-4866,751	525,5629	-9,260073	0
C(83)	3879,729	708,5243	5,475789	0
C(84)	1556,193	1201,377	1,295341	0,1958
C(85)	100,1422	415,1842	0,2412	0,8095
C(86)	0,010165	0,006185	1,643413	0,101
C(87)	0,013248	0,004707	2,8147	0,0051
C(88)	3,511349	2,697165	1,301866	0,1936
C(89)	-3,147293	5,312429	-0,59244	0,5538
C(90)	4,103015	5,969881	0,687286	0,4922
C(91)	-1,765105	2,164486	-0,815485	0,4152
C(92)	487,7159	755,2723	0,645748	0,5188
C(93)	0,013045	0,020545	0,634937	0,5258
C(94)	0,120299	0,020248	5,941113	0
C(95)	-5,499884	7,739505	-0,710625	0,4777
C(96)	1,795828	7,457872	0,240796	0,8098
C(97)	-8,301423	9,705997	-0,855288	0,3928
C(98)	7,239247	4,619578	1,56708	0,1178
C(99)	-2043,486	878,2298	-2,326824	0,0204
C(100)	-0,066844	0,016079	-4,157313	0
C(101)	0,043627	0,048549	0,89862	0,3693
C(102)	11,35848	7,824044	1,45174	0,1472
C(103)	89,77113	12,13157	7,399796	0
C(104)	-16,56498	23,20869	-0,71374	0,4757
C(105)	-1056,742	132,2813	-7,988598	0
C(106)	13158,32	15023,98	0,875821	0,3816
C(107)	-0,12148	0,164816	-0,737062	0,4614
C(108)	3,674404	1,508356	2,436032	0,0152
C(109)	-336,3854	111,9238	-3,005486	0,0028
C(110)	-22,72851	164,3952	-0,138255	0,8901
C(111)	24,31068	203,8803	0,11924	0,9051
C(112)	0,419558	1,620714	0,258872	0,7958
C(113)	3876,344	1323,912	2,927947	0,0036
C(114)	-0,015461	0,028453	-0,543375	0,5871
C(115)	0,064636	0,050374	1,283113	0,2001
C(116)	22,5611	20,40476	1,105678	0,2694
C(117)	28,0537	7,099418	3,951549	0,0001
C(118)	-1,270732	15,12818	-0,083998	0,9331
C(119)	-101,0827	46,13763	-2,190894	0,0289

Determinant residual covariance 2,06E+58

$$\text{Equation: PIBPC\_ARG} = \text{C}(1) + \text{C}(2) * \text{K\_ARG} + \text{C}(3) * \text{IED\_ARG} + \text{C}(4) * \text{SINEDU\_ARG} + \text{C}(5) * \text{PRIM\_ARG} + \text{C}(6) * \text{SEC\_ARG} + \text{C}(7)$$

*SUP_ARG			
Observations: 35			
R-squared	0,59709	Mean dependent var	677,1083
Adjusted R-squared	0,510752	S.D. dependent var	57,38402
S.E. of regression	40,13797	Sum squared resid	45109,59
Durbin-Watson stat	0,719248		
Equation: $PIBPC\_BOL=C(8)+C(9)*K\_BOL+C(10)*IED\_BOL+C(11)*SINEDU\_BOL+C(12)*PRIM\_BOL+C(13)*SEC\_BOL+C(14)*SUP\_BOL$			
Observations: 35			
R-squared	0,942992	Mean dependent var	1473,734
Adjusted R-squared	0,930776	S.D. dependent var	130,6244
S.E. of regression	34,36789	Sum squared resid	33072,25
Durbin-Watson stat	1,430739		
Equation: $PIBPC\_BRA=C(15)+C(16)*K\_BRA+C(17)*IED\_BRA+C(18)*SINEDU\_BRA+C(19)*PRIM\_BRA+C(20)*SEC\_BRA+C(21)*SUP\_BRA$			
Observations: 35			
R-squared	0,94796	Mean dependent var	2295,823
Adjusted R-squared	0,936809	S.D. dependent var	333,6465
S.E. of regression	83,8715	Sum squared resid	196964
Durbin-Watson stat	1,086949		
Equation: $PIBPC\_CHI=C(22)+C(23)*K\_CHI+C(24)*IED\_CHI+C(25)*SINEDU\_CHI+C(26)*PRIM\_CHI+C(27)*SEC\_CHI+C(28)*SUP\_CHI$			
Observations: 35			
R-squared	0,955801	Mean dependent var	1062,736
Adjusted R-squared	0,946329	S.D. dependent var	289,2829
S.E. of regression	67,01788	Sum squared resid	125759,1
Durbin-Watson stat	1,033135		
Equation: $PIBPC\_COL=C(29)+C(30)*K\_COL+C(31)*IED\_COL+C(32)*SINEDU\_COL+C(33)*PRIM\_COL+C(34)*SEC\_COL+C(35)*SUP\_COL$			
Observations: 35			
R-squared	0,987457	Mean dependent var	2554,576
Adjusted R-squared	0,984769	S.D. dependent var	357,052
S.E. of regression	44,06481	Sum squared resid	54367,8
Durbin-Watson stat	1,641037		
Equation: $PIBPC\_COSRIC=C(36)+C(37)*K\_COSRIC+C(38)*IED\_COSRIC+C(39)*SINEDU\_COSRIC+C(40)*PRIM\_COSRIC+C(41)*SEC\_COSRIC+C(42)*SUP\_COSRIC$			
Observations: 35			
R-squared	0,890045	Mean dependent var	4071,814
Adjusted R-squared	0,866483	S.D. dependent var	387,4173
S.E. of regression	141,5624	Sum squared resid	561117,2
Durbin-Watson stat	0,973383		

$$\text{Equation: PIBPC\_ECU} = C(43) + C(44) * K\_ECU + C(45) * IED\_ECU + C(46) * SINEDU\_ECU + C(47) * PRIM\_ECU + C(48) * SEC\_ECU + C(49) * SUP\_ECU$$

Observations: 35

R-squared	0,936613	Mean dependent var	17276,09
Adjusted R-squared	0,92303	S.D. dependent var	2189,682
S.E. of regression	607,4954	Sum squared resid	10333418
Durbin-Watson stat	1,465311		

$$\text{Equation: PIBPC\_GUAT} = C(50) + C(51) * K\_GUAT + C(52) * IED\_GUAT + C(53) * SINEDU\_GUAT + C(54) * PRIM\_GUAT + C(55) * SEC\_GUAT + C(56) * SUP\_GUAT$$

Observations: 35

R-squared	0,52983	Mean dependent var	398,6813
Adjusted R-squared	0,42908	S.D. dependent var	30,90395
S.E. of regression	23,3508	Sum squared resid	15267,27
Durbin-Watson stat	0,737463		

$$\text{Equation: PIBPC\_HOND} = C(57) + C(58) * K\_HOND + C(59) * IED\_HOND + C(60) * SINEDU\_HOND + C(61) * PRIM\_HOND + C(62) * SEC\_HOND + C(63) * SUP\_HOND$$

Observations: 35

R-squared	0,665342	Mean dependent var	1034,126
Adjusted R-squared	0,59363	S.D. dependent var	65,1869
S.E. of regression	41,5548	Sum squared resid	48350,43
Durbin-Watson stat	1,14591		

$$\text{Equation: PIBPC\_JAM} = C(64) + C(65) * K\_JAM + C(66) * IED\_JAM + C(67) * SINEDU\_JAM + C(68) * PRIM\_JAM + C(69) * SEC\_JAM + C(70) * SUP\_JAM$$

Observations: 35

R-squared	0,897182	Mean dependent var	382,2303
Adjusted R-squared	0,87515	S.D. dependent var	35,13737
S.E. of regression	12,41549	Sum squared resid	4316,042
Durbin-Watson stat	1,008371		

$$\text{Equation: PIBPC\_MEX} = C(71) + C(72) * K\_MEX + C(73) * IED\_MEX + C(74) * SINEDU\_MEX + C(75) * PRIM\_MEX + C(76) * SEC\_MEX + C(77) * SUP\_MEX$$

Observations: 35

R-squared	0,914509	Mean dependent var	7813,543
Adjusted R-squared	0,89619	S.D. dependent var	829,987
S.E. of regression	267,4185	Sum squared resid	2002355
Durbin-Watson stat	1,358547		

$$\text{Equation: PIBPC\_PAR} = C(78) + C(79) * K\_PAR + C(80) * IED\_PAR + C(81) * SINEDU\_PAR + C(82) * PRIM\_PAR + C(83) * SEC\_PAR + C(84) * SUP\_PAR$$

Observations: 35

R-squared	0,937748	Mean dependent var	48041,31
-----------	----------	--------------------	----------

Adjusted R-squared	0,924408	S.D. dependent var	7564,941
S.E. of regression	2079,902	Sum squared resid	1,21E+08
Durbin-Watson stat	0,69593		
Equation: $PIBPC\_PERU=C(85)+C(86)*K\_PERU+C(87)*IED\_PERU$ $+C(88)*SINEDU\_PERU+C(89)*PRIM\_PERU+C(90)*SEC\_PERU$ $+C(91)*SUP\_PERU$			
Observations: 35			
R-squared	0,58058	Mean dependent var	186,4361
Adjusted R-squared	0,490704	S.D. dependent var	19,25595
S.E. of regression	13,74201	Sum squared resid	5287,596
Durbin-Watson stat	0,978853		
Equation: $PIBPC\_REPDOMIN=C(92)+C(93)*K\_REPDOMIN+C(94)$ $*IED\_REPDOMIN+C(95)*SINEDU\_REPDOMIN+C(96)$ $*PRIM\_REPDOMIN+C(97)*SEC\_REPDOMIN+C(98)$ $*SUP\_REPDOMIN$			
Observations: 35			
R-squared	0,958574	Mean dependent var	468,6494
Adjusted R-squared	0,949697	S.D. dependent var	86,67286
S.E. of regression	19,43924	Sum squared resid	10580,75
Durbin-Watson stat	1,67264		
Equation: $PIBPC\_SAL=C(99)+C(100)*K\_SAL+C(101)*IED\_SAL+C(102)$ $*SINEDU\_SAL+C(103)*PRIM\_SAL+C(104)*SEC\_SAL+C(105)$ $*SUP\_SAL$			
Observations: 33			
R-squared	0,854991	Mean dependent var	645,979
Adjusted R-squared	0,821527	S.D. dependent var	82,91423
S.E. of regression	35,02796	Sum squared resid	31900,9
Durbin-Watson stat	0,666341		
Equation: $PIBPC\_URU=C(106)+C(107)*K\_URU+C(108)*IED\_URU$ $+C(109)*SINEDU\_URU+C(110)*PRIM\_URU+C(111)*SEC\_URU$ $+C(112)*SUP\_URU$			
Observations: 35			
R-squared	0,916501	Mean dependent var	9032,098
Adjusted R-squared	0,898608	S.D. dependent var	1482,93
S.E. of regression	472,196	Sum squared resid	6243135
Durbin-Watson stat	0,80006		
Equation: $PIBPC\_VEN=C(113)+C(114)*K\_VEN+C(115)*IED\_VEN$ $+C(116)*SINEDU\_VEN+C(117)*PRIM\_VEN+C(118)*SEC\_VEN$ $+C(119)*SUP\_VEN$			
Observations: 35			
R-squared	0,770332	Mean dependent var	4325,808
Adjusted R-squared	0,721118	S.D. dependent var	429,9777
S.E. of regression	227,0681	Sum squared resid	1443678
Durbin-Watson stat	0,932084		

**CUADRO A3.2**

**DATOS DE PAÍSES DE AMÉRICA LATINA. PROMEDIOS DE AÑOS DE ESTUDIO DE LA POBLACION SEGÚN SEXO, ZONAS URBANAS Y RURALES.**

**AMÉRICA LATINA (18 PAÍSES): PROMEDIO DE AÑOS DE ESTUDIO DE LA POBLACIÓN DE**

**15 A 24 AÑOS DE EDAD, SEGÚN SEXO, ZONAS URBANAS Y RURALES, 1980-2003**

**(En promedios)**

País	Año	Zonas urbanas			Zonas rurales		
		Promedio de años de instrucción			Promedio de años de instrucción		
		Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
Argentina a/ (Gran Buenos Aires)	1980	7,8	7,8	7,7	...	...	...
	1990	9,0	8,9	9,2	...	...	...
	1994	9,1	8,8	9,4	...	...	...
	1999	10,1	9,8	10,5	...	...	...
	2002	10,4	10,2	10,6	...	...	...
Bolivia	1989	10,2	10,6	9,9	...	...	...
	1994	10,0	10,3	9,7	...	...	...
	2002	10,1	10,2	9,9	6,6	7,2	6,0
Brasil	1979	6,4	6,4	6,4	4,2	4,4	4,1
	1990	6,6	6,3	6,8	3,6	3,3	4,0
	1993	6,5	6,2	6,8	3,7	3,4	4,2
	1999	7,5	7,2	7,9	4,9	4,4	5,4
	2002	8,1	7,8	8,4	5,4	4,9	5,9
Chile	1987	9,9	9,9	10,0	7,4	7,1	7,6
	1990	10,1	10,0	10,2	7,9	7,6	8,1
	1994	10,4	10,4	10,5	8,2	8,0	8,4
	2000	10,6	10,6	10,7	8,9	8,7	9,2
	2003	10,9	10,8	11,0	9,4	9,3	9,6
Colombia b/	1980	7,5	7,6	7,5	...	...	...
	1990	8,5	8,5	8,5	...	...	...
	1991	8,5	8,4	8,7	5,5	5,2	5,8
	1994	8,7	8,6	8,8	5,8	5,5	6,2
	1999	9,2	9,0	9,3	6,5	6,2	6,8
	2002	9,8	9,6	10,0	...	...	...
Costa Rica	1981	8,8	8,7	8,9	6,7	6,6	6,8
	1990	9,1	8,9	9,3	6,9	6,7	7,2
	1994	8,8	8,8	8,8	6,6	6,5	6,7
	1999	8,8	8,6	9,0	7,0	6,8	7,1
	2002	9,0	8,8	9,1	7,1	6,9	7,3
Ecuador	1990	9,4	9,1	9,6	...	...	...
	1994	9,7	9,6	9,8	...	...	...
	1999	9,6	9,4	9,8	...	...	...

	2002	9,7	9,5	9,8	...	...	...
El Salvador	1997	8,8	8,7	8,9	5,2	5,2	5,1
	1999	9,0	8,9	9,0	5,5	5,5	5,5
	2001	9,2	9,2	9,2	6,0	6,0	5,9
	2003	9,2	9,1	9,2	6,0	6,0	6,0
Guatemala	1989	6,7	7,3	6,2	2,9	3,4	2,4
	1998	7,5	7,6	7,5	3,6	4,1	3,1
	2002	8,2	8,5	7,9	4,5	4,9	4,2
Honduras	1990	7,0	6,9	7,0	4,1	3,9	4,3
	1994	7,3	7,2	7,4	4,8	4,7	5,0
	1999	7,6	7,3	7,8	4,9	4,7	5,1
	2003	7,9	7,6	8,1	4,9	4,7	5,1
México a/	1984	9,7	9,9	9,5	8,3	8,5	8,1
	1989	8,7	8,9	8,6	6,8	6,8	6,7
	1994	8,9	9,0	8,8	7,0	6,9	7,1
	2002	9,8	9,9	9,8	7,9	7,9	7,9
Nicaragua	1993	7,0	6,8	7,2	3,6	3,3	4,0
	1998	7,5	7,2	7,8	4,2	3,8	4,6
	2001	7,9	7,4	8,3	4,3	4,0	4,6
Panamá	1979	9,2	9,0	9,3	6,9	6,8	7,0
	1991	9,6	9,2	9,9	7,6	7,3	8,0
	1994	9,6	9,3	9,9	7,6	7,3	8,1
	1999	10,0	9,8	10,3	8,0	7,6	8,4
	2002	10,2	9,9	10,5	7,4	7,3	7,5
Paraguay (Área Metropolitana de Asunción)	1986	8,7	9,0	8,5	...	...	...
	1990	9,3	9,5	9,1	...	...	...
	1994	9,1	9,1	9,0	...	...	...
	2001	9,6	9,6	9,6	6,6	6,5	6,7
Perú	1997	9,0	9,0	9,0	6,1	6,4	5,7
	2002	10,3	10,2	10,4	7,7	8,1	7,2
Rep. Dominicana	2000	9,4	8,8	9,9	6,7	6,3	7,2
	2003	9,6	9,1	10,0	7,8	7,3	8,4
Uruguay	1981	8,6	8,4	8,7	...	...	...
	1990	9,2	8,9	9,4	...	...	...
	1994	9,2	8,9	9,5	...	...	...
	1999	9,5	9,1	9,8	...	...	...
	2002	9,6	9,2	10,0	...	...	...
Venezuela (República Bolivariana de) c/	1981	8,0	7,7	8,2	5,1	4,9	5,4
	1990	8,4	8,2	8,7	5,7	5,2	6,2

1994	8,7	8,4	9,1	6,0	5,7	6,4
1999	8,8	8,2	9,3	...	...	...
2003	9,0	8,5	9,6	...	...	...

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de tabulaciones especiales de las encuestas de hogares de los respectivos países.

a/ A partir de 1996 en México y de 1997 en Argentina, se dispuso de antecedentes que permiten calcular el número de años de estudio.

Las cifras anteriores corresponden a estimaciones a partir de las categorías primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, y superior.

b/ A partir de 1993, se amplió la cobertura geográfica de la encuesta hasta abarcar prácticamente la totalidad de la población urbana del país. Hasta 1992, la encuesta cubría alrededor de la mitad de dicha población, con excepción de 1991, año en el que se realizó una encuesta de carácter nacional. Por lo tanto, las cifras de 1980 y 1990 se refieren solo a ocho ciudades principales.

c/ A partir de 1997, el diseño muestral de la encuesta no permite desglosar la información en zonas urbanas y rurales. Por lo tanto, las cifras corresponden al total nacional.

### CUADRO A3.3

#### DATOS DE PAÍSES DE AMÉRICA LATINA. PROMEDIO DE AÑOS DE ESTUDIO DE LA POBLACION SEGÚN EDAD, SEXO, ZONAS URBANAS.

#### AMÉRICA LATINA (18 PAÍSES): PROMEDIO DE AÑOS DE ESTUDIO DE LA POBLACIÓN DE

#### 25 A 59 AÑOS DE EDAD, SEGÚN SEXO, ZONAS URBANAS Y RURALES, 1980-2003

(En promedios)

País	Año	Zonas urbanas			Zonas rurales		
		Promedio de años de instrucción			Promedio de años de instrucción		
		Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
Argentina a/ (Gran Buenos Aires)	1980	7,4	7,0	7,7	...	...	...
	1990	8,8	8,9	8,8	...	...	...
	1994	9,0	9,0	9,0	...	...	...
	1999	10,2	10,1	10,3	...	...	...
	2002	10,5	10,2	10,7	...	...	...
Bolivia	1989	8,8	9,9	7,8	...	...	...
	1994	9,3	10,3	8,3	...	...	...
	2002	9,2	10,1	8,3	4,0	5,1	3,0
Brasil	1979	5,1	5,3	4,9	2,4	2,5	2,3
	1990	6,2	6,3	6,1	2,6	2,6	2,6
	1993	6,3	6,4	6,2	2,7	2,7	2,8
	1999	7,0	6,9	7,1	3,3	3,2	3,4
	2002	7,3	7,2	7,4	3,4	3,2	3,6
Chile	1987	9,3	9,7	9,0	5,5	5,6	5,5
	1990	9,7	10,1	9,5	6,2	6,3	6,2
	1994	10,2	10,4	10,0	6,6	6,7	6,5
	2000	10,8	11,0	10,6	6,8	6,7	6,8
	2003	11,1	11,3	10,9	7,3	7,3	7,2
Colombia b/	1980	6,8	7,4	6,2	...	...	...

	1990	8,2	8,6	7,8	...	...	...
	1991	8,1	8,5	7,8	4,1	4,1	4,1
	1994	8,3	8,6	8,1	4,4	4,3	4,4
	1999	8,6	8,9	8,4	4,8	4,7	4,9
	2002	9,3	9,4	9,2	5,1	5,0	5,2
Costa Rica	1981	7,5	7,9	7,3	4,6	4,7	4,5
	1990	9,6	10,0	9,3	6,3	6,6	6,0
	1994	9,1	9,3	8,9	6,0	6,0	6,0
	1999	9,3	9,4	9,1	6,5	6,5	6,5
	2002	9,4	9,5	9,3	6,5	6,5	6,5
Ecuador	1990	8,9	9,2	8,6	...	...	...
	1994	9,7	10,0	9,5	...	...	...
	1999	9,9	10,1	9,7	...	...	...
	2002	10,1	10,3	9,9	...	...	...
El Salvador	1997	7,9	8,7	7,4	2,9	3,3	2,6
	1999	8,2	8,8	7,7	3,2	3,6	2,9
	2001	8,3	8,9	7,9	3,5	3,9	3,2
	2003	8,6	9,2	8,2	3,8	4,1	3,5
Guatemala	1989	5,6	6,4	4,9	1,5	1,9	1,1
	1998	6,5	7,2	5,8	1,9	2,4	1,4
	2002	7,4	8,3	6,6	2,5	3,0	2,0
Honduras	1990	6,4	6,8	6,1	2,5	2,6	2,4
	1994	7,0	7,5	6,6	3,4	3,4	3,4
	1999	7,3	7,6	7,1	3,5	3,5	3,6
	2003	7,5	7,5	7,4	3,5	3,4	3,6
México a/	1984	8,4	8,8	8,1	6,9	7,1	6,7
	1989	7,5	8,1	7,0	4,7	5,0	4,5
	1994	8,0	8,5	7,6	5,0	5,3	4,8
	2002	9,1	9,6	8,7	5,3	5,5	5,1
Nicaragua	1993	6,4	6,8	6,0	2,4	2,4	2,3
	1998	7,0	7,4	6,6	3,2	3,2	3,2
	2001	6,9	7,1	6,7	3,1	3,2	3,0
Panamá	1979	8,5	8,6	8,3	4,4	4,4	4,3
	1991	9,6	9,6	9,7	6,1	6,1	6,2
	1994	9,9	9,9	10,0	6,4	6,3	6,6
	1999	10,4	10,4	10,5	7,1	6,9	7,2
	2002	10,8	10,6	11,0	6,4	6,3	6,5
Paraguay (Área Metropolitana de Asunción)	1986	8,8	9,4	8,3	...	...	...
	1990	9,0	9,3	8,8	...	...	...
	1994	8,9	9,2	8,6	...	...	...
	2001	9,6	9,9	9,3	5,1	5,3	4,9

Perú	1997	9,1	9,8	8,5	4,2	5,2	3,3
	2002	10,4	11,1	9,8	5,4	6,5	4,3
Rep. Dominicana	2000	8,9	8,9	8,9	5,1	5,2	5,0
	2003	9,1	9,1	9,1	6,1	6,0	6,2
Uruguay	1981	7,3	7,3	7,3	...	...	...
	1990	8,3	8,3	8,4	...	...	...
	1994	8,6	8,6	8,7	...	...	...
	1999	9,2	9,0	9,3	...	...	...
	2002	9,7	9,5	9,9	...	...	...
Venezuela (República Bolivariana de) c/	1981	6,8	7,3	6,4	3,1	3,3	2,7
	1990	8,2	8,4	8,0	4,0	4,2	3,8
	1994	8,3	8,4	8,1	4,7	4,7	4,6
	1999	8,3	8,2	8,5	...	...	...
	2003	8,6	8,4	8,9	...	...	...

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de tabulaciones especiales de las encuestas de hogares de los respectivos países.

a/ A partir de 1996 en México y de 1997 en Argentina, se dispuso de antecedentes que permiten calcular el número de años de estudio.

Las cifras anteriores corresponden a estimaciones a partir de las categorías primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, y superior.

b/ A partir de 1993, se amplió la cobertura geográfica de la encuesta hasta abarcar prácticamente la totalidad de la población urbana del país. Hasta 1992, la encuesta cubría alrededor de la mitad de dicha población, con excepción de 1991, año en el que se realizó una encuesta de carácter nacional. Por lo tanto, las cifras de 1980 y 1990 se refieren solo a ocho ciudades principales.

c/ A partir de 1997, el diseño muestral de la encuesta no permite desglosar la información en zonas urbanas y rurales. Por lo tanto, las cifras corresponden al total nacional.

**CUADRO A3.4**  
**DATOS SOBRE LA TASA DE DESERCIÓN DE LOS PAÍSES DE AMERICA LATINA.**

AMÉRICA LATINA (18 PAÍSES): TASA DE DESERCIÓN TEMPRANA a/ ENTRE LOS JÓVENES DE 15 A 19 AÑOS DE EDAD, 1990-2003  
(En porcentajes)

País		Nacional			Zonas urbanas			Zonas rurales		
		Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
Argentina b/	1990	...	...	...	2	2	2	...	...	...
	2002	...	...	...	3	4	2	...	...	...
Argentina	1999	...	...	...	2	2	2	...	...	...
	2002	...	...	...	3	4	2	...	...	...
Bolivia	1999	21	19	24	10	8	12	48	43	54
	2002	22	21	22	10	9	11	41	39	44
Brasil	1990	40	44	38	34	36	31	61	64	58
	2002	16	17	15	14	15	13	27	27	26
Chile	1990	11	12	10	7	7	6	30	32	28
	2003	3	3	2	2	2	2	9	10	8
Colombia	1991	16	18	13	7	8	7	26	30	22
	2002	...	...	...	4	4	3	...	...	...
Costa Rica	1990	12	13	11	5	5	4	18	19	16
	2002	8	9	6	5	5	4	12	15	10
Ecuador	1990	...	...	...	4	4	3	...	...	...
	2002	...	...	...	3	4	3	...	...	...
El Salvador	1995	37	36	38	23	22	24	56	54	58
	2003	30	28	31	18	18	19	45	43	48
Guatemala	1998	32	30	34	16	15	17	46	42	50
	2002	24	22	26	12	11	13	33	31	36
Honduras	1990	27	30	25	15	16	15	38	42	35
	2003	18	21	15	9	10	7	27	31	24
México	2000	7	8	6	4	4	3	12	12	12
	2002	5	6	4	3	3	3	8	10	7
Nicaragua	1993	24	25	22	12	14	10	44	45	42
	2001	20	24	16	10	13	8	36	41	31
Panamá	1991	6	7	5	4	5	3	11	13	9
	2002	5	6	4	2	2	1	11	12	11
Paraguay c/	1994	...	...	...	7	6	7	...	...	...
	2001	...	...	...	5	5	6	...	...	...
Paraguay	1994	...	...	...	12	13	12	...	...	...
	2001	15	18	12	7	6	7	27	31	22
Perú	1999	8	5	10	2	1	2	18	12	25
	2002	6	4	8	3	3	3	12	8	17
Rep. Dominicana	1997	17	19	16	12	14	11	25	25	24
	2003	11	13	9	8	9	6	17	19	16
Uruguay	1990	...	...	...	2	3	2	...	...	...
	2002	...	...	...	3	3	2	...	...	...
Venezuela (República Bolivariana de)	1990	36	40	31	32	35	28	61	66	55
	2003	24	29	19	...	...	...	...	...	...

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de tabulaciones especiales de las encuestas de hogares de los respectivos países

a/ La metodología de construcción de las tasas de deserción puede verse en CEPAL, Panorama social de América Latina 2001-2002 (LC/G/2183-P), recuadros III.1 y III.5

b/ Gran Buenos Aires, c/ Asunción y Departamento Central.

**CUADRO A3.5**  
**AMÉRICA LATINA (18 PAÍSES): TASA DE DESERCIÓN AL FINALIZAR EL CICLO**  
**PRIMARIO a/.ENTRE LOS JÓVENES DE 15 A 19 AÑOS DE EDAD, 1990-2003.**  
**(EN PORCENTAJES).**

País		Nacional			Zonas urbanas			Zonas rurales		
		Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
	1999	...	...	...	12	14	10	...	...	...
	2002	...	...	...	5	6	4	...	...	...
Argentina	1999	...	...	...	12	14	11	...	...	...
	2002	...	...	...	7	8	6	...	...	...
Bolivia	1997	4	3	4	2	2	2	10	7	13
Bolivia	1999	7	7	7	6	6	6	12	12	11
	2002	9	8	10	7	7	7	15	12	19
	2001	5	4	5	4	4	5	5	4	6
	2002	5	4	5	5	4	5	5	4	6
	2000	5	5	4	4	3	4	12	12	11
	2003	4	4	3	3	3	3	8	9	8
	1999	11	12	10	6	6	6	21	24	18
	2002	10	12	9	6	7	6	21	24	19
	1999	28	32	24	17	21	14	39	43	34
	2002	21	22	20	13	13	12	34	36	32
	1999	...	...	...	15	15	15	...	...	...
	2002	...	...	...	14	15	13	...	...	...
	2001	9	10	9	8	8	7	13	14	13
	2003	9	9	10	7	7	8	13	13	14
Guatemala	1998	29	31	27	16	16	17	46	48	43
	2002	21	23	20	14	15	12	29	30	29
	2002	40	42	38	26	27	25	58	60	56
	2003	35	38	32	22	23	20	51	54	48
México	2000	16	15	16	10	10	11	24	24	25
	2002	13	13	12	8	8	8	20	21	20
	1998	17	18	15	11	12	10	30	33	27
	2001	14	16	13	10	12	9	24	24	24
	1999	13	15	11	9	9	8	26	30	21
	2002	14	15	12	6	6	6	29	30	27
	1999	...	...	...	13	11	14	...	...	...
	2001	...	...	...	9	7	11	...	...	...
	1999	24	25	24	16	16	16	36	35	38
	2001	17	16	19	11	10	12	29	26	32
	2001	8	7	9	4	4	4	16	14	19
	2002	7	7	8	3	3	3	16	14	19
	2002	3	3	3	2	3	2	4	4	5
	2003	3	3	3	3	3	3	4	3	4
	1999	...	...	...	12	14	10	...	...	...
	2002	...	...	...	10	13	7	...	...	...
Venezuela	2002	4	4	5	...	...	...	...	...	...
Bolivariana	2003	4	4	4	...	...	...	...	...	...

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de tabulaciones especiales de las encuestas de hogares de los respectivos países.

a/ La metodología de construcción de las tasas de deserción puede verse en CEPAL, Panorama social de América Latina 2001-2002 (LC/G/2183-P), recuadros III.1 y III.5

b/ Ocho capitales departamentales y El Alto.

c/ Asunción y Departamento Central.

**CUADRO A3.6**  
**AMÉRICA LATINA (18 PAÍSES): TASA DE DESERCIÓN EN EL CICLO SECUNDARIO.**  
**ENTRE LOS JÓVENES DE 15 A 19 AÑOS DE EDAD, 1990-2003. (En porcentajes).**

País		Nacional			Zonas urbanas			Zonas rurales		
		Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
	1999	...	...	...	10	10	11	...	...	...
	2002	...	...	...	9	8	10	...	...	...
Argentina	1999	...	...	...	10	10	10	...	...	...
	2002	...	...	...	9	8	9	...	...	...
Bolivia	1997	6	7	5	5	5	4	12	13	10
Bolivia	1999	34	32	35	35	33	37	27	27	27
	2002	24	22	26	22	20	24	29	27	32
	2001	2	2	3	3	2	3	2	2	2
	2002	3	3	3	3	3	3	2	2	2
	2000	8	7	9	8	7	8	10	11	9
	2003	6	5	6	5	5	6	8	8	9
	1999	16	16	16	15	16	15	18	17	18
	2002	...	...	...	16	16	16	...	...	...
	1999	12	12	12	10	10	10	15	15	14
	2002	10	11	8	9	11	8	11	13	9
	1999	...	...	...	12	13	12	...	...	...
	2002	...	...	...	13	13	14	...	...	...
	2001	3	3	4	3	3	4	3	3	2
	2003	3	3	4	4	3	4	3	3	3
Guatemala	1998	16	15	17	15	16	15	17	13	23
	2002	15	15	16	17	17	16	14	12	16
	2002	10	10	11	10	10	10	11	9	12
	2003	12	11	12	11	11	11	12	11	14
México	2000	30	29	30	25	24	26	39	39	40
	2002	28	28	29	26	27	25	33	31	36
	1998	16	16	16	15	14	15	19	19	18
	2001	15	16	13	14	17	12	16	14	19
	1999	16	18	14	16	18	14	16	17	15
	2002	15	15	14	13	13	13	19	21	17
	1999	...	...	...	13	12	15	...	...	...
	2001	...	...	...	13	15	12	...	...	...
	1999	14	15	14	14	14	14	14	16	12
	2001	13	14	12	13	14	12	13	14	11
	2001	10	10	10	10	10	10	11	10	12
	2002	10	10	11	10	10	9	12	10	14
	2002	3	2	3	3	3	2	3	1	5
	2003	3	2	4	3	2	4	3	2	4
	1999	...	...	...	23	26	19	...	...	...
	2002	...	...	...	20	21	18	...	...	...
Venezuela	2002	2	2	2	...	...	...	...	...	...
Bolivariana	2003	1	1	2	...	...	...	...	...	...

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de tabulaciones especiales de las encuestas de hogares de los respectivos países.

a/ La metodología de construcción de las tasas de deserción puede verse en CEPAL, Panorama social de América Latina 2001-2002 (LC/G/2183-P), recuadros III.1 y III.5

b/ Ocho capitales departamentales y El Alto.

c/ Asunción y Departamento Central.

**CUADRO A3.7 AMÉRICA LATINA (18 PAÍSES): INDICADORES DEL GASTO PÚBLICO SOCIAL EN EDUCACIÓN Y SALUD. 1990/1991 - 2000/2001.**

País y cobertura b/	Período	Gasto público social en educación a/			Gasto público social en salud a/		
		per cápita (en dólares de 1997)	como porcentaje del PIB	como porcentaje del gasto público total	per cápita (en dólares de 1997)	como porcentaje del PIB	como porcentaje del gasto público total
<b>Argentina c/</b> (SPNF consolidado)	1990/91	226	3,6	11,6	271	4,3	14,0
	1994/95	318	4,2	13,1	371	5,0	15,3
	1998/99	385	4,7	14,4	394	4,8	14,8
	2000/01	385	5,0	14,6	379	5,0	14,3
<b>Bolivia</b> (GG)	1990/91	...	...	...	...	...	...
	1994/95	52	5,3	20,2	31	3,1	12,0
	1998/99	62	6,0	21,0	36	3,4	11,9
	2000/01	66	6,5	21,8	38	3,7	12,5
<b>Brasil d/</b> (SPNF consolidado)	1990/91	162	3,7	9,9	156	3,6	9,6
	1994/95	212	4,6	13,7	157	3,4	10,1
	1998/99	202	4,2	12,0	140	2,9	8,3
	2000/01	185	3,8	12,2	151	3,0	9,9
<b>Chile</b> (GC)	1990/91	87	2,4	12,0	70	1,9	9,6
	1994/95	131	2,7	14,1	109	2,2	11,8
	1998/99	206	3,7	16,5	147	2,6	11,7
	2000/01	238	4,1	17,7	165	2,8	12,3
<b>Colombia</b> (SPNF)	1990/91	63	2,7	11,5	23	1,0	4,2
	1994/95	86	3,4	11,6	75	2,9	10,1
	1998/99	118	4,6	11,1	94	3,7	8,8
	2000/01	97	3,9	9,6	107	4,3	10,5
<b>Costa Rica</b> (SPNF consolidado)	1990/91	114	3,8	9,4	148	4,9	12,3
	1994/95	136	4,1	9,8	158	4,7	11,4
	1998/99	160	4,3	10,7	177	4,8	11,8
	2000/01	189	5,0	11,1	199	5,3	11,7
<b>Ecuador</b> (GC)	1990/91	45	2,9	18,3	14	0,9	5,6
	1994/95	51	3,1	15,3	16	1,0	4,9
	1998/99	55	3,5	13,9	18	1,1	4,5
	2000/01	45	3,0	10,1	16	1,1	3,6
<b>El Salvador</b> (GC)	1990/91	...	...	...	...	...	...
	1994/95	37	2,0	14,0	24	1,3	9,2
	1998/99	48	2,5	19,4	28	1,5	11,3
	2000/01	51	2,6	19,0	29	1,5	11,0
<b>Guatemala</b> (GC)	1990/91	25	1,6	14,3	14	0,9	8,1
	1994/95	29	1,8	17,3	14	0,9	8,7
	1998/99	40	2,3	16,8	19	1,1	7,9
	2000/01	46	2,6	19,2	19	1,1	7,9
<b>Honduras</b> (GC)	1990/91	32	4,3	19,9	20	2,6	12,0
	1994/95	29	3,8	15,6	20	2,6	10,9
	1998/99	33	4,2	17,7	18	2,3	9,7
	2000/01	45	5,8	22,6	24	3,1	12,0
<b>México</b> (Sector público presupuestario)	1990/91	104	2,6	16,4	118	3,0	18,6
	1994/95	157	3,8	23,0	96	2,4	14,0
	1998/99	169	3,8	24,7	82	1,9	12,0
	2000/01	190	4,1	25,6	86	1,9	11,6
<b>Nicaragua</b> (GC presupuestario)	1990/91	19	4,3	13,0	20	4,7	14,5
	1994/95	20	4,8	15,8	19	4,8	15,6
	1998/99	26	5,8	16,7	20	4,6	13,2
	2000/01	28	6,1	17,7	22	4,8	13,9
<b>Panamá</b> (SPNF)	1990/91	125	4,7	10,2	164	6,1	13,3
	1994/95	151	5,0	10,8	204	6,7	14,5
	1998/99	220	6,7	13,0	249	7,6	14,8
	2000/01	199	6,0	11,6	274	8,2	16,0
<b>Paraguay</b> (GC presupuestario)	1990/91	22	1,2	15,8	6	0,3	3,8
	1994/95	61	3,2	20,0	21	1,1	6,7
	1998/99	75	4,1	21,7	23	1,3	6,8
	2000/01	70	4,0	20,6	19	1,1	5,7
<b>Perú</b> (GC)	1990/91	31	1,7	13,8	17	0,9	7,4
	1994/95	59	2,7	16,1	28	1,3	7,6
	1998/99	57	2,5	13,9	35	1,5	8,5
	2000/01	58	2,5	14,4	41	1,8	10,2
<b>Rep. Dominicana</b> (GC)	1990/91	17	1,2	10,5	14	1,0	8,7
	1994/95	35	2,1	13,9	22	1,3	8,7
	1998/99	56	2,8	16,9	30	1,5	9,0
	2000/01	67	3,0	17,7	42	1,9	11,1
<b>Uruguay</b> (GC)	1990/91	130	2,5	9,1	154	2,9	10,8
	1994/95	151	2,5	8,6	212	3,5	12,1
	1998/99	218	3,3	10,3	188	2,8	8,9
	2000/01	213	3,4	10,7	175	2,8	8,8
<b>Venezuela (República Bolivariana de)</b> (GC)	1990/91	128	3,4	13,2	57	1,6	5,9
	1994/95	139	3,7	17,1	41	1,1	5,0
	1998/99	140	3,8	16,7	50	1,4	5,9
	2000/01	178	5,0	16,8	50	1,4	4,7

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información extraída de la base de datos sobre gasto social.

- a/ Las cifras corresponden al promedio simple del bienio referido.
- b/ SPNF: Sector público no financiero; GG: Gobierno general; GC: Gobierno central.
- c/ Incluye el gasto del gobierno nacional, de los gobiernos provinciales y el gobierno central de Buenos Aires, y de los gobiernos municipales.
- d/ Estimación del gasto social consolidado, que incluye el gasto federal, estadual y municipal.