

17



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ACATLAN



“Crecimiento económico y la hipótesis de la convergencia: el caso de México, 1970-1999”

T e s i s

Que para obtener el grado de Licenciatura en Economía

Presenta:

Christopher Morales Castro

Director de Tesis: Eddy Lizarazu Alanez



Febrero de 2002

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ACATLÁN



**"Crecimiento económico y la hipótesis de la
convergencia: el caso de México, 1970-1999"**

Tesis que, para obtener el grado de

Licenciatura en Economía,

presenta

Christopher Morales Castro

Director de Tesis: Eddy Lizarazu Alanez

Febrero de 2002

A mi Mamá,
a mi Tía Pati,
y claro,
a Mamá Licha.

...Espero se sientan orgullosas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO I. Algunas Consideraciones sobre el Modelaje Económico	1
1. Las teorías y su estructura	2
2. Teorías y modelos; la estática comparativa	3
3. Optimización estática y optimización dinámica	4
4. El rumbo de la teoría macroeconómica: los paradigmas económicos y la teoría del crecimiento	6
CAPÍTULO II. El Modelo de Solow-Swan	15
1. Estructura	16
2. La función de producción neoclásica	19
3. La ecuación dinámica fundamental del acervo de capital	21
4. El estado estacionario	23
5. La regla dorada de la acumulación de capital y la ineficiencia dinámica	24
6. El crecimiento con equilibrio	28
7. La estabilidad del equilibrio y los equilibrios múltiples	31
CAPÍTULO III. El Crecimiento Económico Endógeno	37
1. Introducción	38
2. De la función de producción Cobb-Douglas a la función AK	39
3. El modelo AK: su estructura	43
4. El crecimiento en el largo plazo	47
5. La convergencia	49
6. Crecimiento económico y la dinámica de la transición	49

CAPÍTULO IV. La Convergencia Económica	53
1. La hipótesis de la convergencia	54
2. Condiciones necesarias para la existencia de <i>convergencia</i> .	56
3. Convergencia absoluta y condicional	58
4. β -Convergencia y σ -Convergencia	59
5. La predicción de la convergencia en el modelo neoclásico	61
6. La evidencia	63
7. La convergencia en el modelo de crecimiento endógeno	65
CAPÍTULO V. La Convergencia en México	66
1. Introducción	67
2. Antecedentes	67
3. La convergencia entre los estados durante el periodo 1970-1999	70
3.1. Marco empírico	70
3.2. Los datos	71
3.3. Convergencia absoluta	72
CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXO	93

INTRODUCCIÓN

I

Por mucho tiempo las economías tuvieron una fuerte participación del Estado como motor del desarrollo económico. Fue precisamente después de la crisis de los años treinta que este tipo de política (de tipo keynesiano) fue implementado para salir de la depresión. Desde ese momento hasta la primera mitad de los años setenta se formó un consenso dentro de la teoría macroeconómica, conocido como la *síntesis neoclásica/neokeynesiana*. Dicho consenso explicaba de manera simple e intuitiva los fenómenos de la vida económica, proporcionaba elementos para el análisis económico y para el desarrollo de investigación. Asimismo, proponía soluciones a las eventualidades que se presentaban. No obstante las aportaciones de este consenso, éste llegó a su "agotamiento" durante la crisis de los años setenta. En el marco internacional sucedió un periodo de fuerte depresión económica y el consenso se rompió, pues no logra explicar con satisfacción la persistencia de la alta inflación y del creciente desempleo involuntario.

Así, es a partir de este acontecimiento internacional que se plantearon nuevos esquemas teóricos en el campo de la economía y nuevas políticas económicas que los gobiernos comenzaron a emplear.

De aquí, la teoría neoclásica del crecimiento económico comenzó a ser ampliamente utilizada. Pero también comienza a ser cuestionada. De ahí que la teoría del crecimiento se haya

convertido en un t3pico de an3lisis y discusi3n entre los economistas durante las tres 3ltimas d3cadas. Dentro del modelaje econ3mico, la importancia actual ha recaído en el *crecimiento end3geno*, crecimiento que trata de "endogenizar" el *crecimiento del estado estacionario* que plantea la teor3a neocl3sica. No obstante, contrario a lo que podr3a pensarse, la nueva teor3a del crecimiento end3geno permanece dentro de la vieja teor3a del crecimiento que plantea el paradigma neocl3sico, pues no hace consideraciones de demanda agregada.

En este marco, la hip3tesis de la convergencia surge como el *test* fundamental para hacer la distinción entre los modelos de crecimiento neocl3sico y de crecimiento end3geno. La teor3a de la convergencia econ3mica representa la prueba emp3rica para los modelos de crecimiento. Una definici3n general de esta hip3tesis plantea que las econom3as mantienen una relaci3n inversa entre su tasa de crecimiento y el nivel inicial de su renta. Siguiendo esta l3gica, el paradigma neocl3sico plantea que econom3as diferentes entre s3 tienden a converger en el tiempo, pues las econom3as pobres tender3n a crecer m3s r3pido que las ricas, de tal forma que, en el largo plazo, todas las econom3as presentar3n niveles de crecimiento similares. A este respecto, la teor3a del crecimiento end3geno predice la *no convergencia*, las econom3as pobres continuar3n siendo pobres y las econom3as ricas continuar3n en su papel de l3deres econ3micos, de tal manera que la brecha entre ellas s3lo se acentuar3.

II

Este renacimiento del inter3s en el crecimiento econ3mico, introducido por la nueva teor3a del crecimiento end3geno, ha generado una amplia literatura emp3rica. Tal literatura se ha concentrado en la llamada *hip3tesis de la convergencia*. Como se se3al3 anteriormente, en este contexto, la *hip3tesis de la convergencia* emerge como la prueba emp3rica del funcionamiento de los modelos de crecimiento end3geno y de los modelos neocl3sicos tradicionales de crecimiento

exógeno. He aquí entonces que nos vemos obligados a hacernos las siguientes preguntas: ¿en qué consiste la *hipótesis de la convergencia*?, ¿Cuál es el papel que desempeña para las teorías neoclásica y del crecimiento endógeno?

Se han desarrollado demostraciones de convergencia económicas para grupos de países del mundo entero y para regiones de un mismo país. En algunos de los resultados, dependiendo de las consideraciones y supuestos que se tomen en cuenta, se ha demostrado la existencia de convergencia. La teoría neoclásica defiende la existencia de convergencia. La nueva teoría del crecimiento endógeno la rechaza.

La literatura ha desarrollado diferentes conceptos sobre lo que la *convergencia* representa. A este respecto, los más comunes son los de convergencia absoluta y condicional.

En el caso de México, sería importante hacer una demostración de convergencia. El reto consiste entonces, en determinar si existe o hay ausencia de convergencia absoluta para nuestro país. Para ello, habría que tomar a los Estados mexicanos. Sin importar sus condiciones económicas iniciales, el cuestionamiento a resolver es: ¿existe la convergencia absoluta entre los estados de la república en un periodo determinado, digamos entre 1970 y 1999?

III

De esta forma, una vez que hemos establecido cuáles son nuestras preguntas sobre este tema tan interesante, podemos establecer los objetivos del presente trabajo. Este trabajo se propone analizar la relación existente entre la hipótesis de la convergencia económica y los modelos de crecimiento neoclásico y endógeno, e ilustrar el problema de la convergencia en nuestro país, de tal forma que no pretende profundizar en las causas o efectos de una posible convergencia, es decir, no intentará hacer pruebas de diagnóstico, tan sólo comprobar (o rechazar) la existencia de convergencia absoluta en el caso de México para el periodo comprendido entre 1970 y 1999. Para

ello deberá atender las siguientes particularidades: primero, revisar y proporcionar una semblanza de la teoría del crecimiento económico; segundo, examinar el modelo neoclásico básico de crecimiento exógeno y el modelo típico de crecimiento económico endógeno; tercero, explicar y examinar la teoría de la convergencia económica y su relación con los modelos de crecimiento neoclásico y endógeno; y por último, comprobar la convergencia económica entre los diferentes estados de la República Mexicana.

IV

Es importante señalar que para poder dar una respuesta satisfactoria a nuestras preguntas de investigación, se ha trabajado con la siguiente hipótesis, la cual señala que aunque el periodo analizado no es relativamente extenso, los Estados de la República Mexicana presentarán la tendencia a presentar la convergencia absoluta durante el periodo comprendido entre 1970-1999.

V

El presente trabajo se realizó, esencialmente, siguiendo un método deductivo a través de la revisión, análisis y examen de materiales bibliográficos y artículos especializados en teoría del crecimiento económico. Esto permitió en una última etapa cumplir con el objetivo principal de la investigación, por medio de un análisis econométrico simple.

De acuerdo a los objetivos planteados y como consecuencia de esta metodología, el trabajo se estructuró en cinco capítulos. En el primer capítulo se pretenden proporcionar los elementos fundamentales sobre el modelaje económico, los paradigmas y el rumbo de la teoría macroeconómica. En el segundo y terceros capítulos, se analizan los dos modelos básicos de la teoría del crecimiento neoclásica y de la nueva teoría del crecimiento endógeno, lo cual nos proporcionará el marco teórico necesario para comprender la hipótesis de la convergencia. Con

base en el análisis de ambas teorías, el cuarto capítulo abordará los aspectos fundamentales que explican la teoría de la convergencia económica. Por último, en el quinto capítulo se comprobará la existencia o no de convergencia absoluta entre los estados de la república mexicana.

CAPÍTULO I.

Algunas consideraciones sobre el modelaje económico

CAPÍTULO I.

Algunas consideraciones sobre el modelaje económico

1. Las teorías y su estructura¹

Una teoría, para las ciencias empíricas como la economía, es un conjunto de explicaciones o predicciones acerca de varios aspectos del mundo real. Dichas explicaciones no son sólo una simple lista de hechos, pues dar una *explicación* significa elaborar una proposición general que interprete o entienda un conjunto de fenómenos observados al aplicar ciertas leyes o normas generales, bajo las cuales se supone dichos fenómenos se comportan. Así, para las ciencias económicas y sociales, una explicación nos proporciona una interpretación de los fenómenos socioeconómicos en términos de toda una estructura sistemática del comportamiento humano y no meramente una documentación de que alguna vez dichos acontecimientos sucedieron.

Como los hechos no pueden explicar por sí solos los eventos, es necesario que las teorías consten de tres partes indispensables:

- 1) Un conjunto de *afirmaciones* o *postulados*, los cuales nos muestran el comportamiento de varias *construcciones teóricas*, conceptos idealizados, que finalmente están relacionados a objetos o situaciones del mundo real.
- 2) La utilidad de estos postulados está con base en su relación con la realidad. Es por esto que para las ciencias empíricas, una teoría también debe componerse de un conjunto de

¹ Tomado de Silberberg (197), capítulo 1.

asunciones o condiciones de prueba bajo las cuales los postulados de comportamiento pueden comprobarse.

3) Finalmente, la teoría debe comprender los *eventos* que ella misma predice.

Los postulados son afirmaciones universales sobre el comportamiento de objetos abstractos, no son observables. Por el contrario, las asunciones son la conexión entre las construcciones teóricas y los objetos reales; deben ser concretos, observables. Asimismo, los eventos deben ser observables también, de otra forma no podríamos saber si la teoría es aplicable.

2. Teorías y modelos; la estática comparativa.

Los aspectos meramente lógicos de las teorías son lo que se denomina un *modelo*. Podemos decir que un modelo es un sistema lógico que representa o simula la realidad, de tal forma que se convierte en una teoría sólo cuando las asunciones que se relacionan con las construcciones teóricas sobre el mundo real son añadidas. Así, los modelos, empíricamente no pueden ser verdaderos o falsos, sino más bien lógicamente válidos o inválidos. En cambio, una teoría puede ser falsa ya sea porque el modelo señalado es lógicamente incorrecto o porque los hechos empíricos refutan la teoría (o ambas situaciones ocurren)².

La simulación lógica, generalmente realizada con matemáticas, de la comprobación de las teorías económicas es conocida como *estática comparativa*. La prueba de las teorías es simulada por medio de la división de las variables en dos clases:

² *Ibid.*, pags. 14 y 15.

- 1) Variables de decisión o oportunidad, cuyos valores de equilibrio vienen dados por la solución del propio sistema o modelo.
- 2) Parámetros, o variables exógenas al modelo, esto es, que no son determinadas por las acciones de los agentes o tomadores de decisiones. Los parámetros representan las *condiciones de prueba* de la teoría.

La finalidad de la estática comparativa consiste en estudiar cómo los valores de equilibrio de estas variables responden a variaciones en uno o más de los parámetros, es decir, en qué dirección varían éstos hasta restablecer un nuevo equilibrio basado en la distinta configuración de los parámetros. Empero, la estática comparativa no dice nada acerca de la evolución en el tiempo de las variables desde su punto de equilibrio inicial hasta el final, ni tampoco puede decir si se alcanzará de hecho un nuevo punto de equilibrio. La solución de estos problemas es campo de la *dinámica*³.

3. Optimización estática y optimización dinámica

El *economizar*, como problema básico de la ciencia económica, constituye la distribución de recursos escasos entre objetivos que compiten entre sí. Se dice que los recursos o los bienes son escasos porque afirmar lo contrario equivaldría a decir que cualquier persona —es decir, todos—, podría tener tanto como quisiera de un bien en cualquier momento sin ningún esfuerzo, gratis. A causa de esta escasez de recursos, hay que hacer elecciones, elecciones racionales que nos permitan alcanzar ciertos objetivos dentro de los límites que nos plantea la escasez de recursos⁴.

³ Gandolfo (1976), p. 301.

⁴ Intriligator (1976), p. 3.

Así pues, el problema de economizar puede considerarse como *la aplicación del problema matemático de la optimización a la ciencia económica*, que se define como la asignación de valores a ciertas variables, de tal modo que maximicen una función sujeta a restricciones.

Para comprender mejor, observemos lo siguiente:

- Las variables del problema de economizar son los *instrumentos*, los cuales reflejan la elección de una determinada distribución.
- La *función objetivo* es la función que debemos maximizar, la cual resume los fines que se hallan en competencia.
- Las restricciones, que reflejan la escasez de recursos, son el conjunto de oportunidades del problema de economizar.

Ahora podemos definir la *optimización estática*⁵, o dicho de otra forma, el *problema de la optimización estática*. La optimización estática consiste en distribuir recursos entre objetivos que compiten entre sí en un punto dado del tiempo. Matemáticamente, el problema consiste en elegir los valores de ciertas variables –los instrumentos–, dentro de un conjunto dado de restricciones –conjunto de oportunidades–, de tal forma que se maximice una función determinada –función objetivo–. Cuando se presenta de esta manera, el problema se denomina *problema de programación matemática*.

⁵ Las definiciones de optimización estática y de optimización dinámica, proporcionadas por Intriligator (1976).

Por el contrario, la *optimización dinámica* consiste en distribuir recursos escasos entre objetivos que compiten entre sí pero dentro de un intervalo de tiempo, que va desde un *tiempo inicial* hasta un *tiempo terminal*. En términos matemáticos, se trata de elegir cursos temporales para ciertas variables llamadas *variables de control*, dentro de una clase dada de cursos temporales llamada *conjunto de control*. La elección de los cursos temporales para las variables de control comporta, mediante un conjunto de ecuaciones diferenciales llamadas *ecuaciones de movimiento*, cursos temporales para ciertas variables que describen el sistema, llamadas *variables de estado* y los cursos temporales de las variables de control se eligen de modo tal que maximicen un funcional dado dependiente de los cursos temporales para las variables de control y de estado, llamado *funcional objetivo*. Expresado así, el problema se denomina *problema de control*. A este respecto, es importante señalar que existen muchos problemas en los que el tiempo aparece como una variable discreta en lugar de ser continua. De acuerdo con Intrilligator (1976, p. 321), a este tipo de problemas se les llama *problemas de optimización de etapa múltiple* y puede resolverse por programación dinámica, o bien a través de un sistema de ecuaciones en diferencia. En lo subsiguiente, cualquier análisis dinámico que este trabajo plantee presupone al tiempo como variable discreta y se le resuelve a través de ecuaciones en diferencia.

4. El rumbo de la teoría macroeconómica: los paradigmas económicos y la teoría del crecimiento

Lo que los economistas tienen en común entre sí es una metodología, o *paradigma*, dentro del cual todos los problemas son analizados. Así por ejemplo, en nuestros días, podemos aseverar que lo que muchos economistas clasifican como problemas *no económicos* son precisamente aquellos

problemas que son incapaces de ser analizados con lo que se ha dado en llamar el paradigma *neoclásico* o *marginalista*.

En la ciencia económica, la *escuela clásica* de Adam Smith, David Ricardo y Karl Marx proporciona explicaciones del crecimiento de la capacidad productiva, de las ventajas de la especialización y del comercio (ventajas comparativas), etc., sustentándose en gran medida en una teoría del valor⁶. La escuela clásica plantea también (con Smith, Ricardo o Thomas Malthus) el estudio y desarrollo de teorías del crecimiento económico y introduce conceptos fundamentales como el de los rendimientos decrecientes y su relación con la acumulación de capital físico o humano, la relación entre el progreso técnico y la especialización del trabajo, o el enfoque competitivo como instrumento de análisis de equilibrio dinámico⁷. Pero lo que distingue en sí a los clásicos (con excepción de Marx), es la creencia en la perfecta flexibilidad de los precios como mecanismo de ajuste automático ante eventuales desequilibrios y en el dejar actuar libremente a las fuerzas del mercado como mecanismo autorregulador y autocorrector de la economía. De aquí que la teoría clásica rechace la injerencia del Estado en los asuntos económicos, pues los niveles del empleo y de producto no son sensibles a alteraciones que el gobierno pueda ocasionar en las condiciones de la demanda agregada de la economía⁸.

⁶ Silberberg (197), p. 2. Recordemos que los clásicos planteaban que el valor contenido en un bien estaba determinado por la cantidad de trabajo que se requirió para producirlo. Asimismo, marcaron la distinción entre la utilidad de un bien que denotaba su valor de uso y la capacidad que un bien tiene para ser intercambiado por otros o para adquirir otros bienes, es decir, su valor de cambio.

⁷ Sala-i-Martin (1994), p. 5.

⁸ Se puede hablar de revoluciones en la teoría económica. La *revolución smithsoniana* que sustituye la visión mercantilista y cambia el pensamiento económico sobre la naturaleza y fuente de la riqueza de las naciones y de las políticas para promover el crecimiento. La *revolución ricardiana* que centra su estudio en la generación del crecimiento y riqueza a las determinantes y mecanismo de distribución del ingreso e interacción en el proceso del crecimiento entre las diferentes clases sociales. Por último, antes de la *revolución keynesiana* la *revolución marginalista* o neoclásica hizo su aparición, que aunque sustituyó a la visión clásica, en sí se apoyó en los mismos postulados básicos de este enfoque (Villarreal, 1986; p.57).

Pero el paradigma de la escuela clásica finalmente fue reemplazado a partir de la década de 1870 por el *análisis marginalista* o *neoclásico* (cuyos mejores exponentes son Alfred Marshall, León Walras, Jevons y Pareto entre otros). En este marco de análisis, los problemas económicos son abordados más explícitamente en términos de decisiones individuales. Los valores fueron concebidos como determinados por las preferencias de los consumidores así como por los costos de producción y el valor depositado en los bienes por los consumidores no es considerado como "intrínseco", aunque sí dependiente en las cantidades de ese bien y de otros disponibles en el mercado⁹. En este enfoque, "[...] a los agentes económicos se les elimina su carácter político social, de tal manera que a diferencia de la economía política clásica [en Smith y Ricardo, por ejemplo] ya no se habla del capitalista, del terrateniente o del asalariado, sino de máquinas, tierra y trabajo."¹⁰ Asimismo, estos factores productivos son libres y homogéneos en el mercado, y cada factor recibe su precio de alquiler de acuerdo a su productividad marginal. Asimismo, neoclásicos de principios del siglo XX como Frank Ramsey, Allyn Young, Frank Knight o Joseph Shumpeter, contribuyeron de manera fundamental al entendimiento de los determinantes de la tasa de crecimiento y del progreso tecnológico.

En la década de los treinta -después de la crisis de 1929-, un nuevo paradigma es adoptado por las economías. Dicho paradigma surge de las propuestas teóricas de John M. Keynes. La teoría keynesiana consideraba que la economía capitalista genera desocupación y concentración de la riqueza y del ingreso; llega a negar la premisa fundamental neoclásica: la flexibilidad de los precios no necesariamente estabiliza a las economías con fuertes desequilibrios. Sobre la base de estas aseveraciones, podemos identificar al keynesianismo por los siguientes supuestos: el

⁹ Silberberg (197), p. 3.

¹⁰ Villarreal (1986), p. 55.

mecanismo de precios de mercado no ajusta automáticamente los desequilibrios entre oferta y demanda; y el sistema de precios de mercado no es perfecto ni eficiente. Así, para abatir los desequilibrios, Keynes recomienda una política de administración de la demanda efectiva a través de la intervención del Estado, esto es, su intervención con políticas monetaria y fiscal a fin de incrementar la demanda agregada de la economía, provocando una disminución de los niveles de desempleo involuntario y un incremento en la producción¹¹.

Desde entonces y hasta principios de la década de los setenta prevaleció un consenso en la macroeconomía. Este consenso aceptaba como modelo económico al modelo IS-LM¹². Como dicho modelo tomaba como dado el nivel de precios, se le agregó una Curva de Phillips para explicar el ajuste de los precios.

En el nivel de mayores aplicaciones, este consenso se encontraba en los modelos macroeconómicos de mayor escala. La labor de afinar estos modelos dio origen a muchas teorías. Este consenso es conocido también como la *síntesis neoclásica/neokeynesiana*¹³, pues como lo había demostrado John Hicks en su artículo "El Sr. Keynes y los Clásicos", con ayuda del instrumental clásico, la *Teoría General* en realidad era compatible con los postulados neoclásicos. Esta síntesis arrojó dos subproductos importantes: por una parte, la *macroeconomía neokeynesiana* que analiza el empleo y la inflación en el corto plazo, es decir, el problema del equilibrio en el corto plazo; y en segundo lugar, la *macroeconomía neoclásica*, cuyo foco de atención es alcanzar el equilibrio en el largo plazo, es decir, el problema del crecimiento a largo plazo.

¹¹ *Ibid.*, pags. 56-60.

¹² Mankiw (1992), pags. 243-246.

¹³ Villarreal (1986), pags. 64 y 65.

De esta manera, para la investigación del crecimiento económico, durante las décadas de 1950 y 1960, con un creciente auge de la teoría neoclásica y los trabajos de Solow (1956) y Swan (1956), se vio cómo la teoría neoclásica llegaba a la teoría del crecimiento económico y ésta disfrutaba de un renacimiento que sentó las bases metodológicas utilizadas no sólo por los teóricos del crecimiento, sino también por los macroeconomistas modernos. En ese entonces, el supuesto neoclásico de rendimientos decrecientes de cada uno de los factores tenía como implicación casi devastadora el hecho de que el crecimiento a largo plazo era insostenible debido a la acumulación de capital¹⁴. Por ello, los economistas neoclásicos se vieron obligados a introducir el crecimiento exógeno de la tecnología y la población como motores últimos del crecimiento en el largo plazo. Por consiguiente, el consenso mantenido hasta el momento inició un futuro derrumbamiento, pues su punto de vista no podía hacer frente de manera adecuada a las cada vez más elevadas tasas de inflación y de desempleo que se presentaron en la década de los setenta, y por otro lado, teóricamente dejaba un abismo entre los principios y la práctica macroeconómicas demasiado grande para ser satisfecho intelectualmente. La imperfección del mercado que se repite con mucha frecuencia en las teorías keynesianas es la falla de los precios y salarios para ajustarse instantáneamente con el fin de equilibrar oferta y demanda. En el corto plazo, la lentitud de ajuste de los precios y salarios fue la suposición clave del punto de vista del consenso de la década de los setenta, pero la ausencia de una justificación teórica adecuada para dicha suposición fue la grieta fatal que socavó el consenso.

A este acontecimiento sucedió un periodo de confusión, división y emoción en la macroeconomía que continúa hasta la fecha. De forma similar, a partir de ese momento, la teoría del crecimiento se tornó en un mundo matemático de alta complejidad y reducida relevancia, pues

¹⁴ Sala-i-Martin (1994), pags. 5 y 6.

el objetivo de los investigadores era cada vez más la pureza y la elegancia matemática, olvidándose de la aplicabilidad empírica. He aquí el desfase entre la teoría y la realidad, lo cual provocó que las llamadas teorías del *desarrollo económico* tomaran el relevo y se convirtieran en la única rama que estudiaba el crecimiento a largo plazo desde un punto de vista aplicado. Sin embargo, dicho punto de vista era limitado, pues aunque estas teorías eran empíricamente útiles, matemáticamente usaban modelos de poca sofisticación. A principios de los setenta, la teoría del crecimiento económico murió atrapada en su propia irrelevancia. Los economistas pasaron a estudiar fenómenos de corto plazo, alentados por la revolución metodológica de las expectativas racionales, y el aparente fracaso del hasta entonces dominante paradigma keynesiano¹⁵, fracaso que conllevó al rompimiento del consenso existente entre los economistas.

Posterior al rompimiento, la investigación macroeconómica siguió tres direcciones principales (Mankiw, 1994):

Una primera gran categoría de investigación trata de moldear las *expectativas* de una manera más satisfactoria que la que era común hace casi tres décadas. En este rubro, la amplia aceptación del axioma de las expectativas racionales tal vez ha sido el mayor cambio en macroeconomía de estos últimos años.

Una segunda categoría intenta explicar los fenómenos macroeconómicos utilizando los modelos *neoclásicos*. Estos modelos mantienen el supuesto de que los precios tienen una perfecta flexibilidad ante los ajustes de la oferta y la demanda del mercado, a su vez que considera que se vacían los mercados. Dicho de otra forma, la corriente neoclásica considera a los agentes económicos como entes racionales poseedores de toda la información sobre los mercados, de tal

¹⁵ Sala-i-Martin (1994), p. 6.

forma que formulan *expectativas racionales* respecto del funcionamiento de la economía, pues el individuo siempre optimiza y los mercados siempre se agotan.

Una tercera categoría intenta reconstruir la macroeconomía utilizando los modelos *neokeynesianos*. Esta categoría es la más compatible con el modelo de los libros de texto que combina el modelo IS-LM con la moderna Curva de Phillips. Asimismo, se puede considerar que trata de ubicar los análisis keynesianos de libros de texto en bases microeconómicas más firmes. La "firma" keynesiana es muy amplia, vaga y divergente. Si existe un punto de convergencia dentro de la economía keynesiana, es precisamente la creencia de que las fluctuaciones económicas reflejan no la respuesta eficiente de Pareto de la economía hacia los cambios en los gustos y la tecnología, sino más bien algún tipo de falla en el mercado a gran escala.

Sin importar qué dirección tomen los macroeconomistas modernos en sus investigaciones, todos están de acuerdo en basar la macroeconomía en principios microeconómicos más firmes que como se ha hecho en el pasado. Finalmente, trátense de *neoclásicos* o de *neokeynesianos*, se han llevado a cabo importantes adelantos en cada uno de los paradigmas. Los teóricos neokeynesianos ahora hablan de competencia monopólica, costos de menú y salarios de eficiencia. Mientras tanto, los neoclásicos resaltan los disturbios de la tecnología, la sustitución intertemporal del tiempo libre y los ciclos económicos reales (*real business cycle*) para explicar las fluctuaciones económicas¹⁶. A este respecto, la *teoría de los ciclos económicos reales* ha sido de gran trascendencia, pues se sustenta rigurosamente en teorías de equilibrio general y en principios microeconómicos firmes, características que presentan las modernas teorías del crecimiento. Lo que esta teoría supone, es que existen fluctuaciones fortuitas en la tasa de cambio tecnológico. Los ciclos económicos son

¹⁶ Para una visión más amplia sobre los adelantos y limitaciones de la Macroeconomía Neoclásica, consultar a McCallum.

resultado de estas fluctuaciones, son la respuesta natural y eficiente de la economía a los cambios en la tecnología de producción disponible.

La teoría de los ciclos económicos reales tiene su origen con la polémica iniciada por R. Lucas con su trabajo "Expectations and the Neutrality of Money" (1972), en el cual subraya la inefectividad de la política monetaria para provocar variaciones en la producción agregada; si de alguna forma la política monetaria tiene efectos reales, es sólo porque hay información limitada e imperfecta que afecta las expectativas y las decisiones de los agentes económicos, o sea que los cambios no anticipados o imprevistos son los que provocan efectos reales. No obstante, trabajos posteriores (Gordon, 1982; Mishkin, 1982) demostraron empíricamente que la *propiedad de la inefectividad* no siempre se comprobaba, es decir, encontraron que cambios anticipados o esperados en la oferta monetaria tenían fuertes efectos sobre la producción, por lo que el modelo de Lucas se encontró inaplicable para las naciones industrializadas de hoy.

Así es como surge la teoría de los ciclos económicos reales, teoría retenida por un grupo importante de investigadores y simpatizante con el modelo de Lucas. Los investigadores de los ciclos reales niegan la existencia de cualquier efecto sustancial de la política monetaria sobre la oferta agregada, aún cuando los cambios sean inesperados. Resumiendo, los supuestos principales de este enfoque son: primero, la economía experimenta grandes cambios repentinos en la tecnología de producción disponible; segundo, las fluctuaciones en el desempleo reflejan cambios en la oferta de mano de obra, lo que exige que el tiempo libre sea altamente sustituible, puesto que los determinantes de la oferta de trabajo (tasa real de salarios y tasa real de interés) sólo varían levemente; y por último, la teoría de los ciclos económicos reales supone que la política monetaria es irrelevante para las fluctuaciones económicas.

Volviendo a la teoría del crecimiento económico, sabemos que algunos avances en investigación se estancaron en cuestiones meramente matemáticas y empíricamente irrelevantes. Pero en la década de los ochenta, renace la teoría del crecimiento económico como campo de investigación activo, gracias a las contribuciones de Paul Romer (1986) y nuevamente de Robert Lucas (1988). Sus contribuciones tenían como objetivo primordial la construcción de modelos en los que, a diferencia de los modelos neoclásicos, la tasa de crecimiento a largo plazo fuera positiva sin la necesidad de suponer que alguna variable del modelo (como la tecnología o la población) crezca de forma exógena¹⁷. A este respecto, la teoría de los ciclos económicos reales tuvo mucho que ver, pues como ya se mencionó, suponía que las fluctuaciones económicas eran producto de los cambios tecnológicos. Ahora, lo que los nuevos enfoques intentan es endogenizar las variables del crecimiento, como la tecnología. Así es como nace la teoría del *crecimiento endógeno*, cuya principal aportación tiene que ver precisamente con endogenizar el *crecimiento del estado estacionario* que proponen las teorías neoclásicas. Sin embargo, esta innovación permanece aún en su totalidad dentro del viejo paradigma del crecimiento neoclásico aunado con la ausencia de consideraciones de demanda agregada, por lo que el crecimiento endógeno ha sido realmente atractivo para los economistas keynesianos.

¹⁷ Sala-i-Martin (1994), p. 6.

CAPÍTULO II.

El Modelo de Solow-Swan

CAPÍTULO II.

El Modelo de Solow-Swan

1. Estructura

La estructura básica del modelo es muy simple. Primero, las unidades domésticas (o las familias) poseen los ingresos y los activos de la economía, y deciden qué proporción de su ingreso destinan para el consumo y qué proporción para ahorrar. Cada familia o unidad doméstica determina cuántos hijos tendrá, si se une a la fuerza de trabajo y cuánto trabajará. Segundo, las empresas contratan los insumos tales como el capital y la fuerza de trabajo, y los utilizan para producir bienes que venden a las familias o a otras empresas. A su vez, las empresas tienen acceso a la tecnología que les permite transformar los insumos en producto. Tercero, existe el mercado en el que las empresas venden su producción a las familias o a otras empresas, mercado en el que también las unidades domésticas ofrecen sus insumos a las empresas. Las cantidades demandadas y ofrecidas determinan en el mercado los precios relativos de los insumos y de los bienes producidos.

Una vez explicada la estructura básica del modelo, podemos observar los siguientes supuestos:

- Sólo hay un bien, el conjunto de la producción, cuyo volumen se designa por $Y(t)$. Así se puede identificar sin ambigüedad el ingreso real de la comunidad. Todo lo que no se consume de esta producción instantánea se ahorra e invierte¹.
- Se asume una simple función del ahorro, en donde éste representa una parte constante del ingreso s , de modo que el volumen del ahorro es $sY(t)$. Asimismo, $1 - sY(t)$ representa la fracción del ingreso que se destina al consumo, o dicho de otra forma, la parte de la producción que se consume.
- Para que la producción se lleve a cabo son necesarios dos factores productivos: el capital y la mano de obra, cuyo volumen está determinado por $K(t)$ y $L(t)$, respectivamente. De esta manera, las posibilidades tecnológicas se representan mediante una función de producción que manifiesta rendimientos constantes a escala, por lo que es una función homogénea de primer grado. Dicha función de producción está dada por:

$$Y = F(K, L) \quad [1]$$

o bien,

$$Y(t) = F[K(t), L(t), t], \quad [1.1]$$

donde $Y(t)$ es el flujo de producción realizada en el momento t . La función de producción depende del tiempo, t , pues así se reflejan los efectos del progreso tecnológico: una misma cantidad de capital y trabajo arroja una mayor producción en nuestros días que la que se obtendría hace cien años.

¹ El mundo que consideraremos en este modelo consta de *países que producen un solo bien, simple y homogéneo*. Esto implica que *no hay comercio internacional*, pues todos los países producen el mismo bien y, por supuesto, los agentes de estas economías consumen o invierten el mismo bien. Nótese que en este modelo no se hace la distinción keynesiana entre aquellos que invierten y aquellos que ahorran, pues el ahorro simplemente es inversión, por lo que no es necesario incluir una función de inversión aparte.

- Otro supuesto simplificador del modelo establece que *la tecnología es exógena*, esto es que la tecnología disponible para las empresas no es afectada por las acciones que éstas puedan llevar a cabo, aún cuando dichas acciones estén dirigidas a tareas de investigación y desarrollo (I+D).
- El acervo de capital $K(t)$, toma la forma de una acumulación del bien compuesto. Es decir, en una economía determinada cada unidad de producto que no es consumida es ahorrada, y en consecuencia, invertida. Así, la inversión neta es justamente la tasa de incremento del acervo de capital, dK/dt ó \dot{k} ². De tal manera que así tenemos la primera identidad básica del modelo:

$$\dot{k} = sY \quad [2]$$

Pero si asumimos que el capital se deprecia a una tasa constante $\delta > 0$ --esto es, que con cada momento que pase, una fracción constante del stock de capital se gasta y, en consecuencia, no puede ser usada ya con propósitos productivos-, el incremento neto del acervo de capital en un momento dado es igual a la inversión bruta menos la depreciación:

$$\dot{K} = I - \delta K = s \cdot F(K, L, t) - \delta K, \quad [3]$$

donde $0 \leq s \leq 1$

- La fuerza de trabajo, L , varía a lo largo del tiempo debido al crecimiento de la población (crecimiento determinado por el comportamiento de la fecundidad, la mortalidad y la migración), a los cambios en su tasa de participación y a las variaciones en el tiempo de la jornada de trabajo que el trabajador promedio realiza. Sin embargo, en este modelo asumiremos que la población crece a una tasa constante, determinada exógenamente:

² A partir de este momento, la tasa de incremento de una variable se representará colocando un punto sobre la variable. Es decir, siempre que se observe una variable con un punto por encima, se entenderá -a menos que se indique lo contrario- que se trata de la derivada con respecto al tiempo de la variable en cuestión.

$L/L = n \geq 0$, y que todos trabajan con la misma intensidad. Si suponemos que la totalidad de la población es empleada, entonces tenemos que:

$$L(t) = e^{nt} \quad [4]$$

2. La función de producción neoclásica

Como suponemos que no hay progreso técnico³, la función de producción toma la forma:

$$Y = F(K, L) \quad [5]$$

Se dice que esta función es neoclásica pues satisface tres propiedades. La primera, $F(\bullet)$ muestra un producto marginal positivo pero decreciente con respecto a cada uno de los insumos de producción, así como una dependencia directa del producto marginal del capital respecto del empleo, para todo $K > 0$ y $L > 0$:

$$F_K, F_L > 0$$

$$F_{KK}, F_{LL} < 0 \quad [6]$$

$$F_{KL} = F_{LK} > 0$$

La segunda, $F(\bullet)$ exhibe rendimientos constantes a escala, es decir, $F(\bullet)$ es una función homogénea de primer grado⁴:

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda \cdot F(K, L) \text{ para todo } \lambda > 0. \quad [7]$$

³ El suponer que no hay progreso no quiere decir que la función de producción no considere la tecnología empleada en la producción. Lo que este supuesto implica es que dicho progreso es constante, es decir, no se presentan innovaciones tecnológicas.

⁴ Esto significa -para el caso de esta función de producción- que si todos los insumos cambian proporcionalmente, la producción cambiará en la misma proporción. En la ecuación [7] por ejemplo, si K y L se duplican ($\lambda = 2$), la producción también se duplicará.

Y por último, el producto marginal del capital (o del trabajo) se aproxima a infinito conforme el capital (o el trabajo) se aproxima a cero, y se acerca a cero conforme el capital (o el trabajo) se incrementa hacia el infinito. A estas últimas condiciones se les conoce como las *condiciones Inada*:

$$\lim_{K \rightarrow 0} (F_K) = \lim_{L \rightarrow 0} (F_L) = \infty$$

$$\lim_{K \rightarrow \infty} (F_K) = \lim_{L \rightarrow \infty} (F_L) = 0$$
[8]

La condición de rendimientos constantes a escala implica que la producción puede ser definida como:

$$Y = F(K, L) = L \cdot F(K/L, 1) = L \cdot f(k),$$
[9]

donde $k \equiv K/L$ es la razón capital-trabajo, $y \equiv Y/L$ es la producción per cápita, y la función $f(k)$ está definida para igualar $F(k, 1)$. Esto significa que la función de producción puede expresarse en su *forma intensiva* como:

$$y = f(k)$$
[10]

Las propiedades neoclásicas, ecuaciones [5]-[8], implican que cada insumo es indispensable para que se realice la producción, pues: $F(0, L) = F(K, 0) = f(0) = 0$. Las propiedades implican también que la producción tiende al infinito si los insumos ascienden al infinito.

Una función de producción que provee de una descripción más razonable⁵ de las economías actuales es la función Cobb-Douglas,

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha},$$
[11]

⁵ Se dice que esta función provee una descripción más razonable en el sentido de que contempla participaciones en el tiempo del capital y del trabajo, esto es lo que supusieron sus autores de acuerdo con la evidencia empírica que encontraron en los Estados Unidos.

donde $A > 0$ es el nivel de la tecnología y α es una constante con $0 < \alpha < 1$. La función Cobb-Douglas puede escribirse en su forma intensiva, esto es,

$$Y = Ak^\alpha. \quad [12]$$

Como podremos ver, la función Cobb-Douglas satisface plenamente las propiedades de una función neoclásica de producción, pues muestra rendimientos constantes a escala y productividad marginal decreciente: $f'(k) = A\alpha k^{\alpha-1} > 0$, $f''(k) = -A\alpha(1-\alpha)k^{\alpha-2}$, $\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0$, y $\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty$.

Es importante señalar que la función de producción neoclásica guarda la posibilidad de sustitución entre los insumos de capital y mano de obra, aspecto que permite la variación de la razón capital-producto a medida que continúa el proceso de crecimiento.

3. La ecuación dinámica fundamental del acervo de capital

El cambio en el *stock* de capital en el tiempo está dado por la ecuación [3]. Si dividimos ambos lados de esta ecuación por L , entonces tenemos:

$$\dot{K} / L = s \cdot f(k) - \delta k. \quad [13]$$

Sólo el lado derecho contiene variables per cápita, mientras que el lado izquierdo no. Podemos escribir \dot{K} / L , como una función de k mediante el uso de la condición

$$\dot{k} \equiv \frac{d(K/L)}{dt} = \dot{K} / L - nk, \quad [14]$$

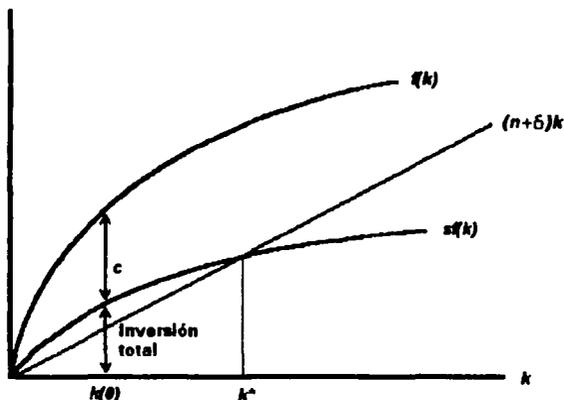
en donde $n = L/L$. Sustituyendo este resultado en la expresión para \dot{K} / L y reordenando términos, tenemos:

$$\dot{k} = s \cdot f(k) - (n + \delta) \cdot k \quad [15]$$

Esta ecuación es la ecuación diferencial fundamental del modelo de Solow-Swan. Esta ecuación no lineal depende sólo de k .

El término $n+\delta$ de la derecha de la Ecuación [15] puede interpretarse como la tasa de depreciación efectiva de la razón de capital/trabajo $k=K/L$. Si la tasa de ahorro s fuera 0, entonces k declinaría en parte por la depreciación de K a la tasa δ , y en otra parte debido al crecimiento de L a la tasa n .

GRÁFICA [1].



La Gráfica [1] muestra la forma como funciona la ecuación [15]. La curva superior $f(k)$ es la función de producción. La curva $s \cdot f(k)$ comienza desde el origen (pues $f[0] = 0$) y tiene una pendiente positiva (porque $f'[k] > 0$), pero se va aplanando mientras k aumenta (ya que la segunda derivada de la función $f(k)$ es negativa). Las condiciones Inada implican que la curva $s \cdot f(k)$ sea vertical cuando $k=0$, pero implican también que la curva irá *aplanándose* mientras k

se acerca a infinito. El otro término de la ecuación [15], $(n + \delta) \cdot k$, el cual aparece en la figura, es una línea recta que parte del origen y que tiene una pendiente positiva.

Consideremos una economía con un stock de capital por persona $k(0) > 0$. La Gráfica [1] nos muestra que la inversión total por persona equivale al peso de la curva $s \cdot f(k)$ en ese punto. Asimismo, el consumo por persona equivale a la diferencia vertical en este punto entre las curvas $f(k)$ y $s \cdot f(k)$.

4. El estado estacionario

Se le llama *estado estacionario* a la situación en la cual numerosas variables dentro del modelo crecen a tasas constantes. En el modelo de Solow-Swan, el estado estacionario corresponde a $\dot{k} = 0$ en la ecuación [15], esto es, a la intersección de la curva $s \cdot f(k)$ con la línea $(n + \delta) \cdot k$ en la Gráfica [1]. El valor correspondiente de k se denota por k^* . (Centramos nuestra atención en la intersección en $k > 0$ y rechazamos aquella en donde $k = 0$.) Algebraicamente, k^* satisface la condición:

$$s \cdot f(k^*) = (n + \delta) \cdot k^* \quad [16]$$

Mientras k es constante en el estado estacionario, y y c también lo son con sus valores determinados por $y^* = f(k^*)$ y $c^* = (1 - s) \cdot f(k^*)$, respectivamente. Así, dentro del modelo neoclásico, las cantidades per cápita de k , y y c no crecen en el estado estacionario. La constancia de las magnitudes per cápita significa que los niveles de las variables $-K$, Y y C crecen en el estado estacionario al mismo ritmo que la tasa del crecimiento demográfico, n .

Hay que señalar que los cambios en el nivel de la tecnología, reflejados en cambios en la función de producción, $f(\bullet)$; en la tasa de ahorro, s ; en la tasa de crecimiento demográfico, n ; y

en la tasa de depreciación, δ ; todos ellos pueden modificar los *niveles* per cápita de varias cantidades dentro del estado estacionario. Por el contrario, cualquier cambio en estas variables no puede afectar las *tasas de crecimiento del estado estacionario* de la producción, del capital y del consumo per cápita, pues todas ellas son iguales a cero.

Por otra parte, es importante señalar que si suponemos cambio tecnológico dentro del modelo de Solow-Swan, la economía podría crecer sostenidamente a largo plazo. No obstante, como se señala en el primer apartado de este capítulo, dicho progreso es exógeno y no tiene explicación alguna dentro del modelo.

5. La regla dorada de la acumulación de capital y la ineficiencia dinámica

Para una función de producción determinada y valores dados de n y δ , hay un valor único de estado estacionario $k^* > 0$ para cada valor de la tasa de ahorro, s . Esta relación se denota por $k^*(s)$, con $dk^*(s)/ds > 0$. El nivel de estado estacionario del consumo per cápita es $c^* = (1-s) \cdot f[k^*(s)]$. Sabemos por la ecuación [16] que $s \cdot f(k^*) = (n + \delta) \cdot k^*$; por lo que podemos escribir una expresión de c^* como:

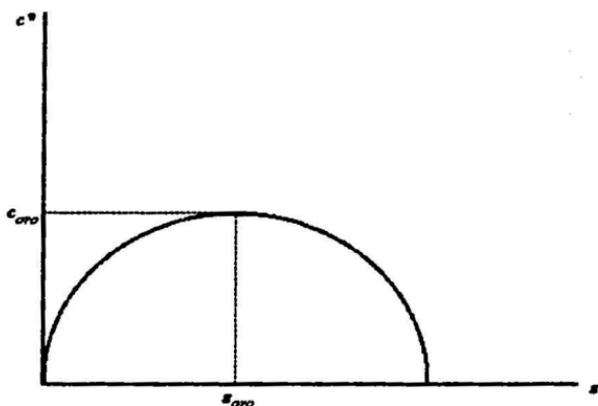
$$c^*(s) = f[k^*(s)] - (n + \delta) \cdot k^*(s) \quad [17]$$

La Gráfica [2] muestra la relación entre c^* y s que explica la ecuación anterior. Podemos observar que para valores bajos de s , c^* se incrementa cuando s aumenta, pero decrece cuando s llega a valores altos. c^* llega a su máximo cuando la derivada se desvanece, es decir, cuando $[f'(k^*) - (n + \delta)] \cdot dk^*/ds = 0$. Dado que $dk^*/ds > 0$, el término entre paréntesis debe ser igual a cero. Si denotamos el valor de k^* como k_{oro} , lo cual correspondería al valor máximo de c^* , entonces que determina k_{oro} es

$$f'(k_{oro}) = n + \delta. \quad [18]$$

La tasa de ahorro correspondiente sería s_{oro} , y el nivel asociado de consumo del estado estacionario estaría determinado por $c_{oro} = f(k_{oro}) - (n + \delta) \cdot k_{oro}$.

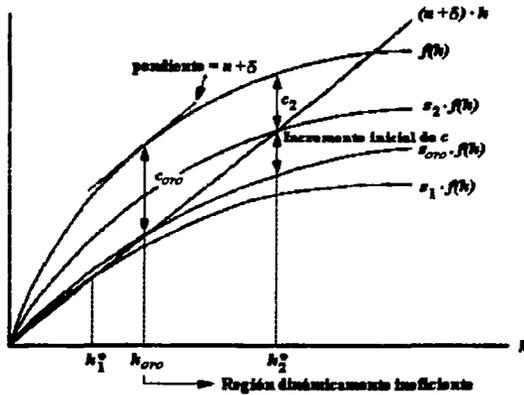
GRÁFICA [2].



La Regla dorada de la acumulación de capital.

A la ecuación [18] anterior se le designa como *la regla de oro de la acumulación de capital*. Intuitivamente lo que nos dice la regla de oro es: si proporcionamos la misma cantidad de consumo para las presentes y futuras generaciones, el máximo valor de consumo promedio será c_{oro} . Es decir, no debemos proporcionar a las generaciones venideras menos de lo que le proporcionaríamos a la nuestra.

GRÁFICA [3].



La Gráfica [3] muestra claramente el funcionamiento de la regla dorada. Se consideran tres diferentes tasas de ahorro: s_1 , s_{oro} y s_2 , donde $s_1 < s_{oro} < s_2$. El consumo por persona es igual a la distancia vertical que hay entre la función de producción, $f(k)$, y la correspondiente curva $s \cdot f(k)$. Para cada s , el valor de k^* en el estado estacionario corresponde a la intersección entre la curva $s \cdot f(k)$ y la línea $(n + \delta) \cdot k$. El valor per capita del consumo en el estado estacionario, c^* , se maximiza cuando $k^* = k_{oro}$, ya que la tangente de la función de producción es paralela a la línea $(n + \delta) \cdot k$. La tasa de ahorro que permite que $k^* = k_{oro}$ es aquella que hace que la curva $s \cdot f(k)$ cruce la línea $(n + \delta) \cdot k$ al valor k_{oro} . Dado que $s_1 < s_{oro} < s_2$, también podemos observar que $k_1^* < k_{oro} < k_2^*$.

Es difícil saber qué tasa de ahorro es la óptima sin especificar una función objetivo. Sin embargo, se puede decir en el presente contexto que una tasa de ahorro que excede s_{oro} es ineficiente para siempre, pues altas sumas de consumo per cápita podrían obtenerse en todos los puntos en el tiempo mediante reducciones en la tasa de ahorro.

Supongamos que tenemos una economía con una tasa de ahorro s_2 , como la que se muestra en la Gráfica [3], en la que $s_2 > s_{oro}$, por lo que $k_{oro}^* < k_2$ y $c_2^* < c_{oro}$. Si imaginamos que la tasa de ahorro, partiendo del estado estacionario, disminuye permanentemente hasta s_{oro} . La Gráfica [3] nos muestra entonces que el consumo per cápita, c –determinado por la distancia vertical entre las curvas $f(k)$ y $s_{oro} \cdot f(k)$ – inicialmente se incrementa discretamente. Entonces el nivel de c decae monótonamente durante la transición hacia su nuevo estado estacionario, c_{oro} . Dado que $c_2^* < c_{oro}$, entonces se concluye que c excede su valor previo en todos los puntos durante su transición hacia el nuevo estado estacionario. Por la tanto, cuando $s > s_{oro}$, la economía está ahorrando de más de tal forma que el consumo per cápita en todos los puntos en el tiempo podría incrementarse mediante un descenso en la tasa de ahorro. Se dice que es *dinámicamente ineficiente* una economía que ahorra en exceso, porque el recorrido que toma el consumo per cápita descansa en trayectorias alternativas también realizables en todos los puntos en el tiempo.

Suponiendo el caso contrario en el que $s > s_{oro}$ –como es el caso de la tasa de ahorro s_2 , Gráfica [3]– el monto per cápita de consumo de estado estacionario entonces puede incrementarse mediante el aumento en la tasa de ahorro. Sin embargo, este incremento reduciría c temporalmente y durante parte del periodo de transición. La producción obtenida entonces puede ser vista como buena o mala dependiendo de qué tanto peso las familias le dan al consumo actual con respecto del futuro.

6. El crecimiento con equilibrio

Para explicar el crecimiento, tomemos una función de producción neoclásica, como la Cobb-Douglas:

$$Y_t = AK_t^\beta L_t^\alpha. \quad [19]$$

Como ya hemos visto, esta función de producción presenta rendimientos constantes a escala cuando $\alpha + \beta = 1$, y rendimientos decrecientes con respecto a cada uno de los factores, ya que $0 < \beta, \alpha < 1$. El capital per cápita se acumula de acuerdo a la ecuación [15], la cual también podemos expresar de la siguiente manera:

$$\dot{k} = sAk^\beta L^{\alpha+\beta-1} - (n + \delta) \cdot k,$$

si dividimos ambos términos de esta expresión por k , se obtiene la siguiente tasa de crecimiento instantáneo del capital per cápita, γ_k :

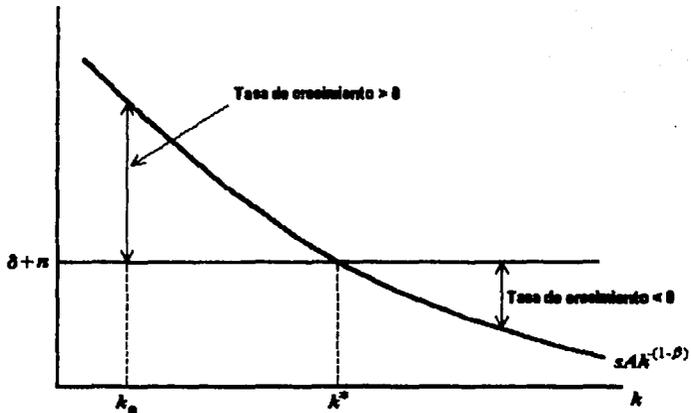
$$\gamma_k = \dot{k} / k = sAk^{-(1-\beta)} - (n + \delta). \quad [20]$$

Como podemos observar, la tasa de crecimiento viene dada por la diferencia entre dos funciones. En el Gráfica [4], podemos observar ambas funciones. La función $(n + \delta)$, es la *curva de depreciación*, y es independiente de k , por lo que está representada por una línea recta horizontal. En cuanto a la función $sAk^{-(1-\beta)}$, que es la *curva de ahorro*, el supuesto $\beta < 1$ nos dice que es decreciente, pues tenderá a infinito cuando k se acerque a cero y viceversa. Como la curva de depreciación es positiva y la curva de ahorro es decreciente y toma los valores entre 0 y ∞ , las curvas se cruzan sólo una vez en el cuadrante positivo de la gráfica. El valor de k en el punto en donde se cruzan ambas curvas es el valor de k^* del estado estacionario del que hablamos

en el apartado anterior. Dado que ambas curvas sólo se cruzan una vez, el valor de k^* es único y está determinado por

$$k^* = [sA/(n + \delta)]^{1/(1-\beta)} \quad [21]$$

GRÁFICA [4].



Si observamos el comportamiento de la economía a través del tiempo, en la Gráfica [4] y según la ecuación [21], la tasa de crecimiento de k viene dada por la diferencia vertical entre las dos curvas. Así, vemos que la tasa de crecimiento es positiva cuando $k < k^*$ y negativa cuando $k > k^*$. Además, la tasa de crecimiento es tanto mayor cuanto más abajo está la economía del nivel de estado estacionario. Así pues, si una economía tiene un capital inicial $k_0 < k^*$, la tasa de crecimiento del capital es grande en un principio, pero va disminuyendo conforme se acerca al nivel del estado estacionario. Cuando llega ahí, el crecimiento se detiene.

Pero, ¿por qué al llegar al estado estacionario, el crecimiento se detiene? La respuesta se debe al supuesto de que los rendimientos del capital son decrecientes y se aproximan a cero, pues cuando el stock de capital es bajo, cada aumento del stock genera un gran aumento en la producción (la productividad marginal del capital es elevada). Dado que se supone que los agentes económicos ahorran e invierten una fracción constante del producto adicional, el aumento en el stock de capital es grande. Pero como la productividad del capital es decreciente, a medida que k aumenta cada nueva unidad de capital genera cada vez menos unidades de producto adicional. Como los agentes continúan ahorrando una fracción constante de la producción, los aumentos adicionales en el stock de capital son cada vez menores. No obstante, la economía alcanza un punto en el que los incrementos en el stock de capital cubren exactamente la sustitución del stock de capital que se ha depreciado y compensan a su vez el crecimiento de la población a una tasa n . He aquí cuando se llega al estado estacionario, pues una vez que se llega a esta situación se permanece ahí para siempre, o al menos hasta que no se presente un cambio en la variables exógenas: tales como la población o el nivel tecnológico.

Pero, ¿qué sucede si a partir de un estado estacionario, hay un aumento repentino y permanente de la tasa de ahorro s ? Guiándonos por la Gráfica [4], el resultado de este cambio sería un desplazamiento de la curva de ahorro hacia la derecha, mientras que la curva de depreciación no se vería afectada, pues es constante. Este cambio implica las siguientes variaciones: a) la tasa de crecimiento se incrementaría de inmediato; b) dicha tasa iría disminuyendo conforme pasa el tiempo hasta valer nuevamente cero; y c) el nuevo stock de capital de estado estacionario sería mayor que el anterior.

En conclusión podemos decir que, a pesar de que un aumento permanente en la tasa de ahorro conlleva a un aumento a corto plazo en la tasa de crecimiento pero con un mayor stock de capital per cápita de estado estacionario, la tasa de crecimiento del estado estacionario no se modifica. En el caso de un aumento permanente y exógeno de A (o una reducción de δ o n), el resultado es muy similar en cualquier caso, ya que se produce un aumento a corto plazo de la tasa de crecimiento, pero en el largo plazo sólo los niveles de capital y producto se ven alterados. Ahora, suponiendo que la tecnología, A , aumente continuamente a una tasa x , la curva de ahorro se desplazaría continuamente hacia la derecha. Es por esto que el stock de capital del estado estacionario k^* también se desplazaría hacia la derecha a la misma tasa x . Así, en este modelo, la tasa de crecimiento de la economía —en términos per cápita— es positiva e igual a x .

7. La estabilidad del equilibrio y los equilibrios múltiples

Como observamos en el apartado anterior, sabemos que existe una relación K/L de equilibrio, k^* , hacia la cual avanza la economía, sin importar cuál es la razón inicial de capital-mano de obra. Si este equilibrio es estable, la economía avanzará hacia la razón k^* de equilibrio y luego crecerá a lo largo de esa ruta de crecimiento. Aquí, k y y tendrán los valores constantes k^* y y^* , de modo que el capital y el producto crecerán a la misma tasa que la población.

Formulando la razón k en forma logarítmica, y luego diferenciándola, obtenemos la tasa de crecimiento proporcional de k :

$$\ln k_t = \ln \left(\frac{K_t}{L_t} \right) = \ln K_t - \ln L_t. \quad [22]$$

$$\dot{k}_t \equiv \frac{dk}{k} = \frac{dK}{K} - \frac{dL}{L} \equiv K_t - L_t. \quad [23]$$

Debido a que el numerador del término K de la ecuación [23] representa la inversión, la que a su vez es también sY , y dado que L —de acuerdo con la ecuación [4]— se da en forma exógena como n , [23] se puede reformular como:

$$\dot{k} = \frac{sY}{K} - n \quad [24]$$

Si dividimos Y y K por L , obtenemos :

$$\dot{k} = \frac{sy}{k} - n = \frac{sf(k)}{k} - n \quad [25]$$

[25] representa la ecuación diferencial fundamental de la tasa de crecimiento en términos de la razón capital-mano de obra k . Es decir, esta ecuación nos da \dot{k} , la *tasa de crecimiento de k* , en términos del propio nivel de k . Asimismo, podemos encontrar el valor de equilibrio k^* , haciendo \dot{k} igual a cero, por lo que tenemos:

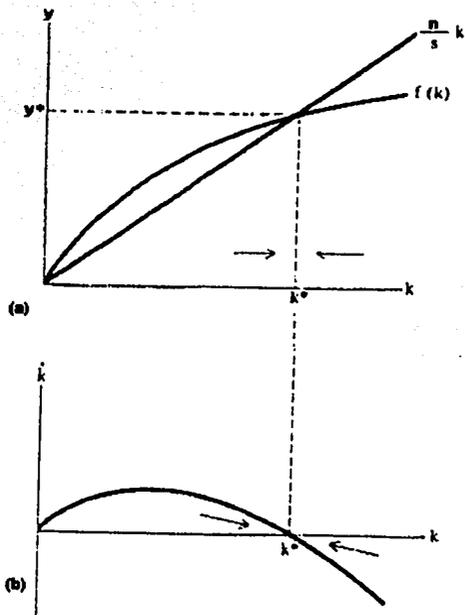
$$\frac{sf(k^*)}{k^*} = n \quad [26]$$

En la Gráfica [5(a)] se representa la solución de la ecuación [25] para el valor de equilibrio k^* . Asimismo, la condición de equilibrio puede representarse de la siguiente manera:

$$y^* = f(k^*) = \frac{n}{s} k^*. \quad [27]$$

Como podemos observar, en la Gráfica [5(a)] aparecen la función de producción, $y=f(k)$, y un rayo que sale del origen con pendiente n/s . Así, en el valor de k donde se cruzan las dos líneas:

$$f(k) = \frac{n}{s} k \quad \text{o bien} \quad \frac{sf(k)}{k} = n$$



GRÁFICA [5].

De esta forma, $\dot{k} = 0$, y ese valor de k es el valor de equilibrio k^* . Este punto es un equilibrio estable pues, como se muestra en la gráfica, a la izquierda de k^* , donde $k < k^*$, $f(k) > [(n/s)k]$. Es decir:

$$\frac{sf(k)}{k} > n,$$

y por la ecuación [25] $\dot{k} > 0$ en este caso, de modo que k aumenta si $k < k^*$. Sucede lo contrario a la derecha de k^* , donde $\dot{k} < 0$ y

$$\frac{sf(k)}{k} < n,$$

por lo que $\dot{k} < 0$ y k decrece.

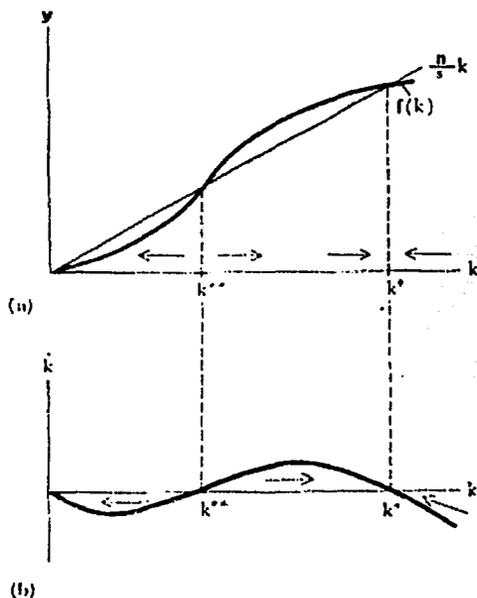
De esta manera, la economía avanzará hacia el equilibrio de k^* , sin importar la razón inicial de capital-mano de obra k_0 de la cual se parta. Esta estabilidad se observa en el diagrama de fases de la Gráfica [5(b)], la cual mide a \dot{k} frente a k . A la izquierda de k^* , k está en crecimiento, mientras que a la derecha k^* , k decrece.

No olvidemos que, para que el sistema sea estable, debe mantenerse el pleno empleo del capital y la mano de obra, a la vez que la economía debe caracterizarse por los tres supuestos acerca del crecimiento de la fuerza de trabajo, de la función de producción y el comportamiento de la inversión. Así entonces, el modelo neoclásico de Solow-Swan —debidamente modificado para tomar en cuenta el progreso técnico—, en general, podría ser aplicable a las economías desarrolladas o industrializadas, pues en tales economías los supuestos de los rendimientos constantes a escala y del mantenimiento del pleno empleo pueden ser más o menos válidos. Sin embargo, no todas las economías poseen estas características, por lo que el modelo contempla la posibilidad de múltiples posiciones de equilibrio para aquellas economías en desarrollo.

Como señalamos anteriormente, la k^* es estable porque la función de producción corta desde arriba al rayo n/s que parte del origen. Esto es porque la función de producción presenta rendimientos decrecientes con respecto de los aumentos del capital por hombre k .

Pero si la función de producción exhibe rendimientos crecientes a escala —debido a la necesidad de proveer capital de infraestructura social (caminos, presas, etc.), por ejemplo—, la función toma la forma indicada en la Gráfica [6(a)]. En este caso, el producto per cápita crece con rendimientos crecientes de la razón de capital-mano de obra k , a niveles bajos de k — $f''(k) > 0$ — para llegar finalmente, al aumentar k , a un punto de rendimientos decrecientes donde $f''(k) < 0$. En consecuencia, la función de producción presenta dos intersecciones con la línea n/s , una cortándola desde abajo a un nivel bajo de k , k^{**} , y otra desde arriba a un nivel más alto, k^* . He aquí dos posibles puntos de equilibrio, uno estable y el otro inestable.

GRÁFICA [6].



Cuando $k < k^{**}$, en la Gráfica [6(a)], $f(k) < [(n/s)k]$. Por lo que:

$$\frac{sf(k)}{k} < n.$$

Asimismo, recordemos que $\dot{k} = 0$ por la ecuación [25]. Si la economía parte de un punto donde $k < k^{**}$, k tenderá a disminuir hacia cero, tal como se muestra en la Gráfica [6(b)]. El punto k^{**} , es un *punto de equilibrio inestable bajo*. Si suponemos que la economía es impulsada de algún modo más allá de k^{**} , podría alcanzarse un nivel de equilibrio mas alto y *estable*, en k^* . Este modelo sugiere que si se pudiera aumentar la razón de ahorro, se podría evitar pasar por el punto de equilibrio bajo, y la economía llegaría al estado estacionario con un nivel más alto de k .

CAPÍTULO III.

El Crecimiento Económico Endógeno

CAPÍTULO III.

El Crecimiento Económico Endógeno

1. Introducción

La teoría del crecimiento económico endógeno debe su nombre al hecho de que postula que la tasa de crecimiento depende de algunas decisiones que toman los individuos, es decir, de variables endógenas tales como el ahorro; ésta es la definición de un modelo de crecimiento económico endógeno, así se distingue de la teoría neoclásica al enfatizar que el crecimiento económico es el resultado endógeno de un sistema económico y no el resultado de fuerzas que intervienen desde el exterior.

Es a mediados de los ochenta, que un grupo de investigadores encabezados por Paul Romer (1986) comenzaron a mostrarse cada vez más insatisfechos con las explicaciones del crecimiento de la productividad en el largo plazo. Esta insatisfacción fue lo que motivó la construcción de una clase de modelos de crecimiento en donde las variables clave del crecimiento fueran determinadas endógenamente en el modelo. Existen dos versiones acerca de lo que se considera parte de los orígenes del trabajo en crecimiento endógeno. Estas versiones son: primero, lo que se ha dado en llamar *la controversia de la convergencia*, o *la hipótesis de la convergencia*; y segundo, la lucha o el esfuerzo por construir una alternativa viable hacia la competencia perfecta en una teoría de nivel agregado.

2. De la Función de Producción Cobb-Douglas a la Función AK

Hasta el momento, prácticamente todos los modelos de crecimiento económico endógeno se mueven dentro de los supuestos y postulados de la teoría neoclásica. Este apartado pretende explicar porqué es así. De esta forma, para comprender el crecimiento endógeno y, en particular, lo que se conoce como la *Tecnología AK*, es necesario analizar la función de producción de tipo Cobb-Douglas con todas las características que la teoría neoclásica le brinda.

Tomemos entonces nuestra función de tipo Cobb-Douglas, como la que observamos en el capítulo anterior:

$$Y = AK^{\beta}L_t^{\alpha}, \text{ donde } \alpha + \beta = 1 \quad [1]$$

Tomando la depreciación del capital δ en cuenta (la cual suponemos que es exógena) y una tasa de ahorro constante s (también exógena), tenemos que el aumento o variación del stock de capital es:

$$\dot{K} = sAK^{\beta}L^{\alpha} - \delta K, \text{ donde } \dot{K} = \frac{dK}{dt}. \quad [2]$$

El primer término a la derecha de la ecuación [2] nos representa la parte que se ahorra para invertirla después, e incrementar el stock de capital, K . Sabemos que L crece a una tasa exógena $n = L/L \geq 0$ y que el capital por trabajador es $k = K/L$. Ahora, derivando respecto al tiempo, definamos esta última ecuación en términos per cápita:

$$\dot{k} = sAk^{\beta}L^{\alpha+\beta-1} - (\delta + n)k \quad [3]$$

A continuación, podemos definir también la tasa de crecimiento del capital K por trabajador, la cual viene dada por:

$$\frac{k_t}{k_{t-1}} = \gamma_k$$

Sabemos que el estado estacionario es aquella situación en la cual todas las variables crecen a una tasa constante (que posiblemente sea igual a cero). Así, γ_k es la tasa de crecimiento en el estado estacionario, pues es constante por definición. La identidad $k_t/k_{t-1} = \gamma_k$ se puede obtener dividiendo ambos miembros de [3] por k_t , como se muestra a continuación.

$$\frac{k}{k} = \frac{sAk^\beta L^{\beta+\alpha-1} - (\delta+n)k}{k}$$

$$\gamma_k^* = \frac{sAk^\beta L^{\beta+\alpha-1} - (\delta+n)k}{k};$$

donde γ_k^* representa la tasa de crecimiento en estado estacionario.

$$\gamma_k^* + \delta + n = \frac{sAk^\beta L^{\beta+\alpha-1}}{k}$$

$$\frac{\gamma_k^* + \delta + n}{sA} = \frac{k^\beta L^{\beta+\alpha-1}}{k}$$

$$\frac{\gamma_k^* + \delta + n}{sA} = k^{-1} k^\beta L^{\beta+\alpha-1}$$

Finalmente:

$$\frac{\gamma_k^* + \delta + n}{sA} = k^{\beta-1} L^{\alpha+\beta-1}$$

En el miembro izquierdo de esta ecuación, todas las variables son constantes. Finalmente, tomando logaritmos y derivando respecto del tiempo obtenemos:

$$0 = (\beta-1)\gamma_k^* + n(\alpha+\beta-1) \quad [4]$$

Como estamos considerando una función de producción Cobb-Douglas, donde hay Rendimientos Constantes de Escala (RCE) y rendimientos decrecientes de cada uno de los factores, aunque positivos; esto implica respectivamente que:

$$\alpha + \beta = 1,$$

y

$$0 < \beta < 1.$$

Dado que $\alpha + \beta = 1$, el segundo término de la expresión derecha de la ecuación [4] desaparece y queda:

$$0 = (\beta - 1)\gamma_k^*.$$

El supuesto de los rendimientos decrecientes de capital, $\beta < 1$, conlleva que la única tasa de crecimiento sostenible es $\gamma_k^* = 0$. Es decir, "la única tasa de crecimiento consistente con el modelo neoclásico es cero".

Con esta aseveración cabe preguntarse, ¿cómo es que la mayoría de los países industrializados experimentaron a lo largo de los siglos tasas de crecimiento positivas? La respuesta se encontró en la tecnología. Los teóricos neoclásicos de los años cincuenta y sesenta encontraron que estos países disponían de tecnología que mejoraba a lo largo del tiempo, y este nivel tecnológico sumado al crecimiento demográfico es lo que permitió que se produjeran tasas positivas de crecimiento económico. Supusieron que el término A de la expresión [1] podía crecer a una tasa exógena x —es decir $\dot{A}/A = x$ —. Cuando x crece a una tasa constante, el resto de las variables crecen a esa misma tasa, de este modo, en el modelo neoclásico con un crecimiento

exógeno de la productividad, las tasas de crecimiento de la renta per cápita, el capital per cápita y el consumo per cápita son todas igual a x .¹

O sea, [4] nos dice que si se desea obtener tasas de crecimiento positivas ($\gamma_i^* > 0$) en un modelo que presenta RCE ($\alpha + \beta = 1$), la función de producción debe presentar entonces, rendimientos constantes de escala respecto del factor que puede ser acumulado ($\beta = 1$). Esto conlleva necesariamente que $\alpha = 0$, caso en el cual la función de producción adopta la forma:

$$Y_t = AK_t,$$

donde A es constante. He aquí la *Tecnología AK* de la que se hablaba al principio, pues proporciona el modelo de crecimiento endógeno más simple que pueda concebirse.

Existen varias formas de concebir la tecnología AK. Una de ellas es considerar el trabajo como un tipo de capital. Otra manera, se basa en considerar que, junto con el capital privado, existen factores cuya provisión corre a cargo del sector público. De este modo, la función de producción se podría escribir como $Y = AK_t^\beta g_t^{1-\beta}$, siendo K el capital privado y g los bienes públicos proporcionados por el Estado.

En fin, el foco de atención del crecimiento endógeno, como en la teoría del crecimiento neoclásica, es el comportamiento de la economía como un todo, pero a diferencia de la teoría neoclásica, deposita el crecimiento económico en variables endógenas al modelo.

¹ Sala-i-Martin (1994), p. 15.

3. El Modelo AK: su estructura

Para desarrollar el *modelo AK*, tomaremos los siguientes supuestos:

- De acuerdo con Rebelo² –a quien se le atribuye la introducción del modelo lineal a la nueva literatura del crecimiento económico endógeno–, en este modelo se postula la existencia de una función de producción que es lineal en el único factor de producción, el capital. Por esto, la función de producción contiene simultáneamente las mismas propiedades de rendimientos constantes de escala y rendimientos marginales constantes del capital. Asimismo, debemos aceptar como propiedad fundamental de todos los modelos de crecimiento endógeno, la ausencia de rendimientos decrecientes del capital. De esta forma, la función de producción que no muestra rendimientos decrecientes es la *función AK*:

$$Y = AK, \quad [5]$$

en donde, respetando la nomenclatura que hemos venido desarrollando, A es una constante positiva que representa el nivel de la tecnología, y K es el capital.

- No olvidemos que el capital se acumula a medida que los individuos ahorran e invierten parte de la producción realizada en la economía en vez de consumirla:

$$\dot{K} = sY - \delta K, \quad [6]$$

en donde s es la tasa de inversión³ y δ es la tasa de depreciación, las cuales ambas se asumen constantes.

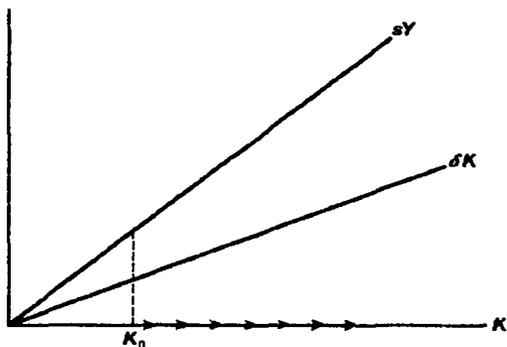
² Rebelo, Sergio (1991). "Long-Run policy analysis and long-run growth". *Journal of political economy*, 99, 3, (junio), p. 500-521.

³ Recordemos que aunque s es en realidad la tasa de ahorro, se asume que todo lo que se ahorra se invierte, por lo que el ahorro es igual a la inversión.

- Asimismo, para simplificar, asumiremos que no existe crecimiento de la población, de tal forma que todas las letras en mayúsculas podamos interpretarlas como variables per cápita.

Ahora consideremos el Gráfico [1]. La línea δK refleja el monto de inversión requerido para sustituir el acervo de capital que se desgasta. La inversión total de la economía se representa por la recta sY , la cual es lineal respecto de K , característica clave del *Modelo AK*. Se asume también que la inversión total siempre es mayor que la depreciación del capital, como se observa en el diagrama.

Gráfico [1].



Si consideramos una economía que empieza con un stock de capital K_0 , tendremos que — debido a que en esta economía la inversión total es mayor que la depreciación— el stock de capital crece. En el tiempo, este crecimiento continuará a cada punto que se avance a la derecha de K_0 .

Así entonces, el crecimiento del acervo de capital siempre está aumentando, y entonces el crecimiento en el modelo nunca se detiene⁴.

Este crecimiento permanente se justifica, si lo comparamos con la Gráfica [1] del Modelo de Solow-Swan del capítulo dos. Como recordaremos, la acumulación de capital en Solow se caracteriza por los rendimientos decrecientes, pues $\alpha < 1$. Cada unidad adicional de capital se vuelve paulatinamente menos productiva que la anterior. Esto significa que en la economía se llegará a un momento en el que la inversión total caerá hasta el nivel de la depreciación, finalizando con ello la acumulación de capital por trabajador. En cambio, en el Modelo AK, hay *rendimientos constantes* para la acumulación de capital. El producto marginal de cada unidad siempre es A . Y esto no decae conforme se agrega capital.

Matemáticamente, esto se demuestra de la siguiente forma: rescribamos la acumulación de capital, dividiendo por K ambos miembros de la ecuación [6]:

$$\frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - \delta.$$

Como la $A = Y/K$, de acuerdo con la función de producción de la ecuación [5], tenemos entonces:

$$\frac{\dot{K}}{K} = sA - \delta.$$

Y finalmente, aplicando logaritmos y derivadas sobre la función de producción, se puede observar que la tasa de crecimiento del producto es igual a la tasa de crecimiento del capital, y entonces

$$\gamma_Y = \frac{\dot{Y}}{Y} = sA - \delta. \quad [7]$$

⁴ Jones, Charles I. (1998). *Introduction to Economic Growth*, p.149.

La expresión [7] es la revelación clave del Modelo AK: la tasa de crecimiento de la economía es una función creciente de la tasa de inversión. Así, las políticas gubernamentales que promuevan un incremento de la tasa de inversión, promoverán permanentemente un incremento de la tasa de crecimiento de la economía.

Como podemos observar, el crecimiento endógeno que muestra el Modelo AK se mueve dentro de los parámetros del modelo neoclásico. Por esto que podemos hacer la comparación entre ambos. En el modelo de Solow (donde $\alpha < 1$), sY es una curva, y se llega al estado estacionario cuando esta curva interseca a la función de depreciación, es decir, cuando $sY = \delta K$ (asumiendo que no hay crecimiento poblacional, $n = 0$). El parámetro α determina la curvatura de sY : si α es un valor pequeño, la curva ocurre más rápido y sY interseca a δK en un nivel "bajo" de K^* .

Por otro lado, un α más grande eleva K a un nivel de equilibrio más alto, de K_0 a K^* . Esto implica que la transición hacia el estado estacionario es más larga.

En el caso en el que $\alpha = 1$ —el cual es un caso extremo—, la transición nunca termina. Así, el modelo AK genera el crecimiento de manera endógena, es decir, se desecha la asunción de que cualquier cosa en el modelo crece a una tasa exógena para poder generar crecimiento per cápita.

Pero, ¿porqué se genera crecimiento endógeno? El modelo AK genera crecimiento endógeno debido fundamentalmente a la linealidad en una ecuación diferencial. Ésta se muestra si combinamos la función de producción y la ecuación de acumulación del capital del modelo de Solow-Swan:

$$K = sAK^\alpha - \delta K.$$

Si $\alpha = 1$, entonces esta ecuación es lineal respecto de K y el modelo genera un crecimiento que depende de s . Si $\alpha < 1$, entonces la ecuación es "menos que lineal" respecto a K , y hay rendimientos decrecientes con respecto a la acumulación de capital.

4. El Crecimiento en el Largo Plazo

El modelo AK puede generar crecimiento en el largo plazo aun sin progreso tecnológico, como demostraremos a continuación.

Retomemos la ecuación [15] del capítulo II, la cual dividiendo ambos miembros por k , obtenemos la tasa de crecimiento del capital:

$$\gamma_k = \frac{\dot{k}}{k} = s \cdot f(k)/k - (n + \delta) \quad [8]$$

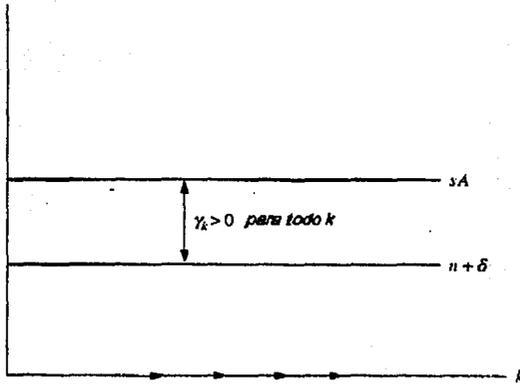
La producción per cápita es $y = Ak$, y el producto medio y el producto marginal del capital son constantes al nivel de $A > 0$. Si sustituimos $f(k)/k = A$ en la Ecuación [8], tenemos que

$$\gamma_k = sA - (n + \delta). \quad [9]$$

Aquí se supone que no hay progreso tecnológico, $x = 0$, ya que lo que nos proponemos es mostrar que el crecimiento per cápita puede ocurrir en el largo plazo aún sin cambios en el nivel de la tecnología.

Así entonces, γ_k es la diferencia vertical existente entre las dos líneas, sA y $n + \delta$. Como $sA > (n + \delta)$, entonces el crecimiento $\gamma_k > 0$. Como las líneas son paralelas, γ_k es constante; en particular, es independiente de k . Es decir, k siempre crece a la tasa de estado estacionario $\gamma_k^* = sA - (n + \delta)$. (Ver Gráfico [2]).

Gráfico [2].



Dado que $y = Ak$, γ_y también es igual a γ_k^* a cada punto en el tiempo. Asimismo, dado que $c = (1-s)y$, la tasa de crecimiento de c también es igual a γ_k^* . En sí, todas las variables per cápita en el modelo crecen a la misma tasa dada por la expresión [9]:

$$\gamma = \gamma^* = sA - (n + \delta). \quad [9]$$

Nótese que una economía con tecnología AK puede generar crecimiento per cápita positivo en el largo plazo, sin ser necesario el progreso técnico. Más aún, la tasa de crecimiento γ depende del comportamiento de los parámetros del modelo, tales como la tasa de ahorro y la tasa de crecimiento poblacional.

5. La Convergencia

La hipótesis de la convergencia surge como un test fundamental para distinguir entre los nuevos modelos de crecimiento endógeno y los tradicionales modelos neoclásicos de crecimiento exógeno. En la teoría neoclásica, se conoce como *hipótesis de la convergencia* a la relación inversa entre la renta inicial de una economía y su tasa de crecimiento. Si la correlación observada entre las rentas y tasas de crecimiento de un grupo de países diversos es negativa, dichas economías tenderán a converger en el tiempo, ya sea en sus tasas de crecimiento o en sus niveles de ingreso. Así los países pobres y ricos tenderán a converger en el tiempo sin importar su relación de capital-mano de obra inicial, siempre y cuando las tasas de ahorro, de crecimiento de la mano de obra y del progreso técnico sean iguales; para ello se requiere llegar primero a obtener los elementos determinantes del estado estacionario en dichas economías.

A diferencia del modelo neoclásico, el modelo de crecimiento económico endógeno no predice la convergencia de las economías bajo las mismas condiciones o cualesquiera otras que sean, de tal forma que la tasa de crecimiento no estará relacionada con la renta –ni negativamente ni de ninguna otra forma–. El modelo AK sólo predice que la tasa de crecimiento de todos los países será constante y su nivel dependerá de sus parámetros de productividad, es decir, los países con un crecimiento bajo continuarán con este tipo de crecimiento para siempre, independientemente del valor de su renta o producto inicial.

6. Crecimiento Económico y la Dinámica de la Transición

Como ya habíamos señalado, el *modelo AK* genera crecimiento económico endógeno pues no presenta rendimientos decrecientes del capital en el largo plazo. Así pues, la función AK implica

que los productos marginal y medio del capital son constantes, y que las tasas de crecimiento no exhiben la propiedad de la convergencia. Retomemos la expresión [8],

$$\gamma_k = s \cdot f'(k)/k - (n + \delta). \quad [8]$$

Si el estado estacionario existe, entonces la tasa de crecimiento asociada γ_k^* , es constante por definición. Un valor γ_k^* de estado estacionario positivo, significa que k crecería sin límite. La ecuación [8] implica que es necesario y suficiente para que γ_k^* sea positivo que el producto medio de K , o sea $f(k)/k$, permanezca por encima de $(n + \delta)/s$, mientras k se aproxima al infinito. En otras palabras, $\lim_{k \rightarrow \infty} [f(k)/k] > (n + \delta)/s$ es necesario y suficiente para que se dé el crecimiento endógeno en el estado estacionario.

Si $f(k) \rightarrow \infty$ mientras $k \rightarrow \infty$, entonces los límites del producto medio, $f(k)/k$, y del producto marginal, $f'(k)$, son los mismos, asumiendo que existe un límite de $f'(k)$ cuando $k \rightarrow \infty$. Así entonces, la condición fundamental para el crecimiento endógeno, en el estado estacionario, es que $f'(k)$ esté lo suficientemente por encima de cero:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} [f(k)/k] = \lim_{k \rightarrow \infty} [f'(k)] > (n + \delta) / s > 0.$$

Esta desigualdad rompe una de las *condiciones Inada* del modelo neoclásico, $\lim_{k \rightarrow \infty} [f'(k)] = 0$. En términos económicos, esto significa que la tendencia de los rendimientos decrecientes del capital eventualmente desaparece. Es decir, la función de producción puede generar rendimientos crecientes o decrecientes con respecto de k cuando k está en un nivel bajo, sin embargo el producto marginal del capital debe ser intersectado por debajo cuando k aumenta. Un claro ejemplo de esto se muestra en el Gráfico [3].

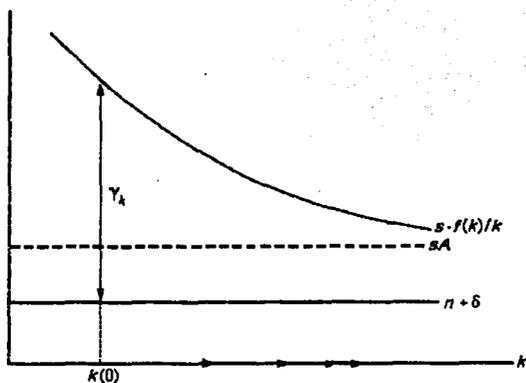


Gráfico [3].

En el gráfico se toma en cuenta la siguiente función de producción:

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

y en términos per cápita:

$$y = f(k) = Ak + Bk^\alpha,$$

en donde $A > 0$, $B > 0$ y $0 < \alpha < 1$. Esta función exhibe tanto rendimientos positivos aunque decrecientes del capital y el trabajo como rendimientos constantes a escala, por lo que se trata de una combinación entre una función AK y una función Cobb-Douglas. Asimismo, no olvidemos que $\lim_{k \rightarrow \infty} (F_K) = A > 0$. Ahora veamos el producto medio del capital que está dado por:

$$f(k)/k = A + Bk^{-(1-\alpha)},$$

expresión en que decrece en k , pero se acerca a A conforme k tiende al infinito.

De acuerdo con la figura del Gráfico [3], podemos observar que $s \cdot f(k)/k$ es una curva con pendiente negativa, mientras que $n+\delta$ es una recta horizontal. La diferencia entre ambas curvas nos proporciona la tasa de crecimiento del capital, γ_k . Así, la tasa de crecimiento del capital es positiva, pues conforme k aumenta, $s \cdot f(k)/k$ disminuye acercándose cada vez más a la cantidad positiva sA , en vez de acercarse a cero; y si asumimos que $sA > n+\delta$, entonces la tasa de crecimiento en estado estacionario, γ_k^* , es positiva.

CAPÍTULO IV.

La Convergencia Económica

CAPÍTULO IV.

La Convergencia Económica

1. La hipótesis de la convergencia

En las últimas décadas, el crecimiento ha ocupado un lugar cada vez más importante entre los intereses de los macroeconomistas. En parte, esto se debe a la creciente insatisfacción que han provocado los modelos neoclásicos tradicionales –que sintetizaban el consenso preexistente respecto a los determinantes del crecimiento económico–, dado que dichos modelos han sido incapaces de tomar en cuenta aquellos aspectos claves de la realidad, tales como el incremento observado en la desigualdad internacional o la ausencia de flujos de capital en los países menos desarrollados¹.

Esta insatisfacción en la teoría desarrollada hasta el momento motivó la búsqueda de alternativas diferentes al modelo neoclásico tradicional, por lo que nace la reciente literatura del *crecimiento endógeno*. En el nivel teórico, numerosos autores han desarrollado series de modelos en los que se parte de presupuestos tradicionales acerca de las propiedades de la creación de tecnología o de los determinantes del progreso técnico, generando entonces predicciones sobre la evolución de la distribución internacional de la renta que contrastan radicalmente con aquellas que genera la teoría neoclásica. Algunos de estos modelos subrayan el papel de los factores del crecimiento que fueron ignorados por teorías previas y destacan las implicaciones de medidas de política económica, que resultan considerablemente más activas que aquellas derivadas de los

¹ De la Fuente (2000), p.1.

modelos tradicionales. A nivel empírico, también hay una basta literatura que pretende evaluar la validez de los diferentes modelos que se han propuesto, así como medir el impacto de varios factores de interés en el crecimiento y en la evolución de la disparidad en la renta a nivel internacional o interregional². La teoría de la convergencia surge con este propósito y es, al mismo tiempo, parte del origen de la teoría del crecimiento económico endógeno. A esta teoría también se le conoce como la *controversia de la convergencia* o como la *hipótesis de la convergencia*.

Como señalábamos, la hipótesis de la convergencia se propone desde sus inicios como el *test* fundamental para hacer la distinción entre los nuevos modelos de crecimiento económico endógeno y los modelos neoclásicos tradicionales de crecimiento exógeno. A mediados de los años ochenta, los nuevos teóricos del crecimiento endógeno argumentaron que el supuesto de los rendimientos decrecientes del capital llevaba al modelo neoclásico a predecir la convergencia entre naciones, es decir, que sin importar el nivel de renta inicial, las economías más pobres en su intento por crecer, lo hacen más rápido que sus vecinos más ricos y en el largo plazo todos los países tenderán a llegar al mismo nivel de renta. Por el contrario, los rendimientos constantes de capital subyacentes en todos los modelos de crecimiento endógeno determinan que no habrá convergencia, o dicho de otro modo, que habrá *divergencia*, dado que lo que sucederá es que los países ricos siempre crecerán más rápido, acentuando la diferencia entre pobres y ricos. Así, el estudio empírico de la hipótesis de la convergencia se planteó como una mancha sencilla de decir cuál de los dos paradigmas explica de manera más satisfactoria la realidad³.

A *grosso modo*, con base en si predicen convergencia o divergencia, los modelos de crecimiento económico pueden clasificarse dentro de dos grandes grupos. En el primero (en

² *Idem*.

³ Sala-i-Martin (2000), cap. 10.

donde se predice la convergencia) ser pobre es, de cierta manera, una ventaja. En estos modelos la tecnología es tal que, manteniéndose otros aspectos iguales, los países pobres crecen más rápido que los ricos. Esto no implica necesariamente la eliminación de la desigualdad, pero implica que la distribución de la renta relativa per cápita entre diferentes regiones tenderá a estabilizarse en el largo plazo, siempre que ciertas características estructurales claves de las diferentes economías permanezcan constantes en el tiempo. Por el contrario, en el segundo grupo de modelos, los países ricos crecerán más rápido y la desigualdad aumentará⁴.

2. Condiciones necesarias para la existencia de *convergencia*

De acuerdo con De la Fuente (2000), para que haya convergencia deben cumplirse ciertas condiciones. Una primera condición necesaria es la existencia de rendimientos decrecientes a escala respecto del capital (o, en general, de los varios tipos de capital que se consideren en el modelo). Esta aseveración significa que el producto crece menos que proporcionalmente al acervo de capital, lo que implica que la productividad marginal de este factor decrecerá con su acumulación, reduciendo tanto los incentivos para ahorrar como la contribución al crecimiento de un determinado volumen de inversión y creando la tendencia a la desaceleración del crecimiento en el tiempo. El mismo mecanismo establece que la convergencia en un grupo determinado de países es inevitable: los países pobres (en donde el capital es escaso) crecerán más rápido que los ricos porque tienen grandes incentivos para ahorrar, disfrutando de un crecimiento más rápido con la misma tasa de inversión. Bajo la propuesta opuesta, con rendimientos crecientes del capital, el mecanismo neoclásico explicado anteriormente se invierte y no se obtiene convergencia alguna. En este caso, el rendimiento de la inversión se incrementa con el stock de

⁴ De la Fuente, op. cit. p. 2.

capital por trabajador, favoreciendo a los países ricos que tenderán a crecer más rápido que los pobres, abriendo aún más la brecha entre ellos. Este último caso es el que predicen los modelos de crecimiento endógeno.

Un segundo factor a considerar para la existencia o no de convergencia del ingreso per cápita o de la productividad es el que tiene que ver con los determinantes del progreso tecnológico. Si los países se diferencian en la intensidad de sus esfuerzos por crear o implementar nueva tecnología, sus tasas de crecimiento en el largo plazo también serán diferentes. A este respecto, aún no se tiene una postura definida sobre si el conocimiento acumulado está sujeto a la ley de rendimientos decrecientes. Si el costo de innovaciones adicionales cae con la investigación y producción científica, por ejemplo, los rendimientos de la inversión tecnológica no deberían ser una función decreciente del acervo de conocimiento acumulado y, en consecuencia, las diferencias en el nivel de tecnología empleada entre las naciones podrían persistir indefinidamente.

Visto de esta manera, el progreso técnico puede ser un factor importante para que no se presente la convergencia. No obstante, la convergencia puede ocurrir. A este respecto —como señala Abramovitz (1979, 1986)⁵, entre otros autores—, el beneficio público que el conocimiento tecnológico proporciona tiene alcances de magnitud internacional, de tal forma que los países menos desarrollados pueden salir favorecidos, pues estos países tienen la capacidad de absorber la tecnología que los países más avanzados ya han desarrollado. No teniendo que inventar tecnología, el país *seguidor* o *copiador* de tecnología creada por otro se encuentra entonces en una mejor situación para crecer rápidamente que la del líder tecnológico, el cual tiene que asumir

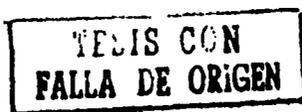
⁵ Citado por De la Fuente (2000). Las obras revisadas por este autor son Abramovitz, M. (1979). "Rapid Growth Potential and its realization", en *Thinking About Growth and Other Essays on Economic Growth and Welfare*. Cambridge U. Press, 1989, pp. 187-219. Así como, A.M. (1986). "Catching up, forging ahead and falling behind" en *Thinking About Growth and Other Essays on Economic Growth and Welfare*. Cambridge U. Press, 1989, pp. 220-44.

los costos y contratiempos asociados con el desarrollo de la tecnología. De esta manera, el proceso de la difusión tecnológica puede contribuir significativamente a la convergencia, sobretodo en grupos de países industrializados que están en la posibilidad de explotar los beneficios de la imitación tecnológica.

Además de los rendimientos decrecientes y de la difusión tecnológica, existe en la literatura un tercer mecanismo de convergencia que, aunque en los modelos teóricos no se ha considerado de manera prominente, sí lo ha sido en la práctica. Este mecanismo actúa a través del cambio estructural o del reordenamiento de los factores productivos entre sectores. Las regiones o países más pobres tienden a tener relativamente grandes sectores agricultores. Entonces, el capital por trabajador es mucho menor en el sector agricultor que en los sectores manufactureros o de servicios. El flujo de recursos fuera de la agricultura y en otras actividades tiende a incrementar la productividad media. En general, este proceso ha sido más intenso en las economías pobres que en las ricas durante las últimas décadas, y esto puede que contribuya significativamente en la reducción en los diferenciales de productividad entre los territorios.

3. Convergencia absoluta y condicional

Dentro de la literatura relacionada, se han presentado diferentes conceptos de convergencia. Se habla de *convergencia absoluta* cuando el ingreso per cápita de una economía converge en el tiempo con el de otras economías, independientemente del grado de similitud entre ellas y de sus condiciones iniciales. Cuando los ingresos per cápita de economías idénticas en sus condiciones estructurales (tecnología, preferencias, ahorro, etc.) convergen independientemente de las condiciones iniciales, se dice que hay *convergencia condicional* o *relativa*. Finalmente, en el caso



de que la convergencia se presente entre economías estructuralmente similares y con las mismas condiciones iniciales, se explica que existe convergencia de clubes (interregional).

4. β -Convergencia y σ -Convergencia

Otras maneras alternativas de llamar a la convergencia económica en la literatura, es mediante los nombres de β -Convergencia y σ -Convergencia, propuestos inicialmente por Sala-i-Martin. Se considera que existe β -Convergencia si las economías pobres crecen más que las ricas. Es decir, hay β -Convergencia entre un conjunto de economías si existe una relación inversa entre la tasa de crecimiento de la renta y el nivel inicial de dicha renta. Por otro lado, cuando la dispersión de la renta real per cápita entre grupos de economías tiende a reducirse en el tiempo, se dice entonces que hay σ -Convergencia.

Aunque estos conceptos son diferentes, están relacionados y no necesariamente divergen de los arriba expuestos, es decir, puede haber β -Convergencia y convergencia absoluta o condicional. En otras palabras, pueden presentarse simultáneamente y complementarse.

Ahora bien, ¿cómo podemos calcular la convergencia entre un grupo de economías? Para calcular la convergencia entre un grupo de economías se requiere de los niveles de renta per cápita anual de cada economía, de un periodo extenso de tiempo. Asimismo, se deben calcular las tasas de crecimiento del periodo estudiado de dichas economías.

La tasa de crecimiento de la economía i entre el año $t-1$ y el año t puede determinarse de la siguiente a través de la expresión: $\gamma_{i,t} = \log(y_{i,t}) - \log(y_{i,t-1})$. A partir de esta expresión, Sala-i-Martin propone la siguiente ecuación, la cual determina la relación entre la tasa de crecimiento y la renta inicial de una economía en el periodo estudiado:

$$\gamma_{i,t} = \log(y_{i,t}) - \log(y_{i,t-1}) = \alpha - \beta \log(y_{i,t-1}) + u_{it}, \quad [1]$$

en donde β es una constante positiva cuyo valor es $0 < \beta < 1$, y u_{it} es un término de perturbación. Un mayor coeficiente de β corresponde a una mayor tendencia hacia la convergencia. El término u_{it} representa las perturbaciones transitorias que suceden en la función de producción, causadas por variables tales como la tasa de ahorro, por ejemplo. Sala-i-Martin supone que u_{it} tiene media cero, la misma varianza para todas las economías, σ_u^2 , y que es independiente en el tiempo y entre economías. Lo que la ecuación [1] plantea es una relación inversa entre la tasa de crecimiento y la renta inicial, pues β tiene un signo negativo. Aquí se dice que se cumple la Hipótesis de β -Convergencia.

Para obtener una medida de la dispersión de la renta per cápita entre un grupo de economías en un momento dado se propone tomar la varianza muestral del logaritmo de la renta,

$$\sigma_t^2 = (1/N) \sum_{i=1}^N [\log(y_{i,t}) + \mu_t]^2,$$

donde μ_t es la media muestral de $\log(y_{i,t})$ y N es el número observaciones⁶. Si se hace la medición de esta dispersión en diferentes momentos a lo largo de un determinado periodo y vemos que ésta se reduce, entonces se dice que hay σ -Convergencia.

Los conceptos de β -Convergencia y σ -Convergencia son necesarios para explicar la convergencia absoluta. Para que haya convergencia absoluta es necesario que haya β -Convergencia, pero la sola existencia de convergencia en el sentido β no garantiza la

⁶ Sala-i-Martin señala que si el número de observaciones, N , es grande, entonces la varianza muestral se aproxima a la varianza poblacional. Asimismo, la varianza muestral del logaritmo es invariante con el nivel de renta media de las economías estudiadas.

convergencia absoluta, para ello es necesario también la existencia de σ -Convergencia⁷. Asimismo, σ -Convergencia forzosamente implica β -Convergencia, pero lo contrario no es necesariamente cierto.

5. La predicción de la convergencia en el modelo neoclásico

De acuerdo con el modelo de Solow-Swan, se observó ya en la Gráfica [4] del Capítulo II que la tasa de crecimiento de una economía neoclásica es decreciente. Esto significa que si las economías se diferencian sólo por la relación capital-trabajo k , en el mundo real se debería observar un crecimiento superior en las economías pobres que en las ricas. Si tomamos la ecuación fundamental del modelo de Solow-Swan y la dividimos por la relación de capital por trabajador k , obtendremos entonces la tasa de crecimiento del capital, como sigue:

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

En esta ecuación podemos observar que la tasa de crecimiento de k está inversamente relacionada con el propio nivel de k . Dado que el crecimiento de la renta inicial per cápita es proporcional a la tasa de crecimiento del capital per cápita, el modelo predice también una relación negativa entre la renta inicial y su tasa de crecimiento. Como ya señalamos anteriormente, esta relación inversa entre la renta inicial y su tasa de crecimiento es conocida como la *hipótesis de la convergencia*. El modelo neoclásico predice que la tasa de crecimiento de

⁷ En este sentido, Quah (1993) demostró que el procedimiento que tradicionalmente se realizaba para probar la convergencia no era necesariamente el correcto, pues lo que se hacía era correr una regresión de las tasas de crecimiento del ingreso per cápita contra los niveles iniciales de la misma variable (en logaritmos). La obtención de un coeficiente negativo en esta regresión era evidencia a favor de la hipótesis de la convergencia. No obstante, lo que este autor afirmó es que la existencia de una correlación negativa entre estas variables es una condición necesaria pero no suficiente para generar reducción en la dispersión del ingreso per cápita de, que es a lo que en última instancia se refiere la convergencia absoluta.

una economía está inversamente relacionada con la distancia que la separa de su propio estado estacionario. En el caso de que todas las economías se aproximen al mismo estado estacionario, se dice entonces que los países pobres crecen más rápido que los ricos. De esta manera, si la correlación observada entre un grupo de economías es negativa, estas economías tenderán a converger en el tiempo.

Ahora bien, el modelo neoclásico de crecimiento económico únicamente predice la convergencia después de tener en cuenta los elementos determinantes del estado estacionario. En otras palabras, sólo predice la existencia de una relación negativa entre la renta y las tasas de crecimiento, en el caso de que la única diferencia entre los países resida en sus stocks iniciales de capital. Por el contrario, si estas economías también se diferencian por su nivel de tecnología A , su tasa de ahorro s , su tasa de depreciación δ , o por su tasa de crecimiento demográfico n , el modelo no predice un mayor crecimiento en los países más pobres que en los ricos, por el contrario, lo que ocurrirá será la *divergencia*. Por ejemplo, si las economías se diferencian además por su tasa de ahorro, entonces tenderán a converger en estados estacionarios diferentes. Por otra parte, si el país pobre tiene una tasa de ahorro inferior a la del país rico, entonces su tasa de crecimiento será menor y, en este caso, se presentaría *divergencia* y no convergencia. No obstante, aún es posible hablar de *convergencia condicional* cuando la tasa de crecimiento de una economía está directamente relacionada con la distancia a la que se sitúa de su estado estacionario. Es decir, si un país es pobre en la actualidad pero se espera que siga siéndolo a largo plazo, entonces su tasa de crecimiento no será muy elevada. Si se espera lo contrario, entonces su tasa de crecimiento será elevada.

6. La evidencia

En los años ochenta, Alan Heston y Robert Summers⁸ publicaron un conjunto de datos que documentaba el nivel del producto nacional de más de 130 países de todo el mundo. Dichos datos eran cifras anuales a partir de 1960, y ajustaban el nivel de PIB a las diferencias de precios de cada país, de tal forma que se disponía con series de datos comparables entre los diferentes países.

Con esta información se realizó el *test* de la convergencia y no se encontró evidencia a favor. Los países analizados no presentaron β -Convergencia. Asimismo, se analizó la dispersión de los niveles de renta per cápita entre los países estudiando en periodos quinquenales y el resultado fue que la dispersión aumentaba a medida que transcurría en el tiempo, es decir, tampoco había convergencia en el sentido σ .

Esto se tomó como evidencia en favor⁹ de los modelos de crecimiento endógeno, en detrimento de los modelos de crecimiento neoclásico. Este aparente fracaso empírico de la teoría neoclásica fue lo que determinó en gran medida el éxito de la teoría endógena durante los años ochenta y noventa.

No obstante, a principios de los años noventa, una vez que los economistas de la teoría del crecimiento endógeno habían mostrado la poca evidencia a favor de la convergencia entre economías, los economistas neoclásicos¹⁰ hicieron su propia contrarrevolución, cuando negaron el hecho de que el modelo neoclásico hiciera la predicción de la convergencia y, por lo tanto, negaron que la evidencia presentada hasta el momento pudiese ser utilizada en contra de los

⁸ Sala-i-Martin (2000), pp. 198-202.

⁹ A este respecto, DeLong (1988) presenta más evidencias en contra de la convergencia.

¹⁰ Entre los que se encuentran Sala-i-Martin, Barro y Sala-i-Martin y Mankiw, Romer y Weil.

modelos de crecimiento exógeno. Entonces el término de *convergencia condicional* fue acuñado para contraponerlo al de *convergencia absoluta*. Dado que la evidencia empírica disponible hasta aquel momento mostraba la falta de convergencia absoluta, no podía decirse que los datos entraban en contradicción con el modelo neoclásico, algo más debía tomarse en cuenta. De ahí que los economistas neoclásicos postularan que sólo en el caso de que todos los países tengan las mismas tasas de ahorro, tecnología, depreciación y crecimiento de la población, se encontrará convergencia absoluta, en el sentido de que las economías más pobres crecerán más rápido que las más ricas.

Para poder encontrar entonces esta convergencia absoluta, hay que "condicionar" los datos, dos maneras de hacerlo son las siguientes: la primera, es limitando el estudio a conjuntos de economías similares, en sentido de que están pobladas por individuos con las mismas preferencias, con instituciones y sistemas impositivos y legales parecidos, y empresas que emplean funciones de producción parecidas. Si se dan todos estos factores, puede encontrarse convergencia absoluta entre este grupo de economías. Los estados de un país son un ejemplo de este tipo de economías. La segunda forma de condicionar los datos es la utilización de regresiones múltiples, en donde se tomen en cuenta todos los determinantes del crecimiento de estado estacionario, tasa de ahorro de crecimiento demográfico, de progreso técnico, de depreciación, etc. Un grupo de economías al que se les haga un estudio de esta índole presentará β -Convergencia condicional, por ejemplo, si la correlación parcial entre el crecimiento y la renta inicial es negativa.

Barro y Sala-i-Martin¹¹ en 1991 hicieron un estudio para analizar la existencia de convergencia entre los estados y regiones de los Estados Unidos y Europa. En este ejercicio

¹¹ En el trabajo intitulado: "Convergence across states and regions", *Brookings Papers on Economic Activity*, num. 1, pp. 407-444.

encontraron sólida evidencia de la existencia tanto de convergencia absoluta como condicional. De hecho, en diversos estudios que hicieron entre regiones de Estados Unidos, Japón, Europa, España y Canadá, estos autores encontraron que las tasas estimadas de convergencia fluctuaban alrededor del 2% anual¹².

7. La convergencia en el modelo de crecimiento endógeno.

A diferencia del modelo neoclásico, la teoría del crecimiento económico endógeno no predice la convergencia absoluta, ni condicional, entre un grupo de economías. El modelo de crecimiento endógeno básico, el Modelo AK, no predice convergencia alguna porque la tasa de crecimiento de cualquier economía es constante y su nivel dependerá de sus parámetros de productividad, de tal forma que los países con un crecimiento bajo continuarán con este tipo de crecimiento para siempre, independiente del valor de su renta o producto inicial o de los niveles de los parámetros determinantes del crecimiento. La propiedad de la convergencia no se cumple en este modelo, dado que no presenta rendimientos decrecientes del capital en el largo plazo. Así la función AK, función de producción de este modelo, implica que el producto marginal y medio del capital son constantes. No puede haber convergencia en modelos de este tipo porque una condición necesaria para la existencia de la convergencia es que la función de producción presente rendimientos crecientes respecto del capital.

¹² Esquivel (1999), p. 729.

CAPÍTULO V.

La Convergencia en México

CAPÍTULO V.

La Convergencia en México

1. Introducción

En este capítulo analizaremos la existencia o no de convergencia absoluta entre las entidades federativas de México para el periodo comprendido entre 1970 y 1999. Para ello es necesario hacer una revisión sobre lo que ya se ha hecho al respecto así como describir cuál es el marco empírico que utilizaremos para demostrar o rechazar la hipótesis inicial de este trabajo: se comprueba la convergencia absoluta para México.

2. Antecedentes

Debemos subrayar, una vez más, el creciente interés durante las últimas décadas de los macroeconomistas por el estudio de los determinantes del crecimiento, así como —en lo que se refiere a la literatura empírica— el papel que juega la hipótesis de la convergencia económica dentro de la teoría contemporánea del crecimiento económico. De igual manera, no debe ignorarse el renovado impulso dentro del estudio de los aspectos regionales del desarrollo económico y, específicamente, la presencia de una tendencia por la revitalización del análisis regional en México¹.

¹ Esquivel, Gerardo (1999), p. 727.

Como un intento por revitalizar el estudio regional en México, Esquivel (1999) delinea y analiza las características del proceso de convergencia económica entre los estados y regiones del país durante un periodo comprendido entre 1940 y 1995².

En su estudio Esquivel encuentra una dificultad: México no cuenta con estimaciones oficiales del producto interno bruto (PIB) para cada una de las entidades federativas para años anteriores a 1970. Además, la metodología que se ha utilizado a partir de ese año para estimar el PIB estatal ha cambiado en por lo menos dos ocasiones, lo que dificulta en gran medida la comparación intertemporal. Para resolver este problema, el autor recurre a la construcción de una serie de datos del producto interno bruto estatal *per capita* con base en información no oficial, con el fin de tener la posibilidad de hacer comparaciones a lo largo del tiempo con un cierto grado de confiabilidad³. Con base en información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEGI, 1996), este autor obtiene estimaciones del PIB estatal para los años 1970, 1980 y 1988. A partir de este último dato estima el PIB nominal para 1990, utilizando el supuesto de que la estructura de la producción estatal permaneció constante entre 1988 y 1990. Empleando nuevamente el supuesto anterior y el mismo procedimiento, pero con datos del INEGI (1999) de los años 1988 y 1995, realiza una segunda estimación del PIB estatal de 1990. De esta forma y recurriendo también a datos de los censos de población y transformando las cantidades obtenidas a pesos de 1995, el autor obtiene información compatible al interior de los periodos: 1940-1970, 1970-1990 y 1990-1995. No obstante, recurre a la argucia de retomar las tasas de crecimiento que estaban implícitas en las estimaciones originales para obtener la serie completa de datos para el periodo de estudio.

² Entre otros, se destacan estudios recientes como los de Arroyo García (2001) y Cermeño (2001).

³ Para construir esta serie de datos, Esquivel recurre, para el periodo 1940-1970, a las estimaciones del PIB estatal que se presentan en Unikel, Luis, Crescencio Ruiz Chiapetto y Gustavo Garza (1978), *México: Desarrollo urbano e implicaciones futuras*, 2ª ed. México, El Colegio de México.

Los resultados que se arrojan en el trabajo de Esquivel muestran que hay convergencia absoluta entre los estados mexicanos en el periodo 1940-1995, es decir, muestra que existe una relación inversa entre la tasa de crecimiento y el nivel inicial de la renta de los estados. Para ello, relaciona en una gráfica la tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita en el periodo estudiado en función del logaritmo del PIB per cápita de 1940 de cada estado. La relación que encuentra es negativa. De acuerdo con este autor, el análisis de regresión que realiza genera un estimador de la pendiente que es estadísticamente significativo y que se ajusta más o menos bien a los datos observados con una $R^2=0.51$.

Asimismo, para complementar el análisis, el autor calcula la desviación estándar no ponderada del logaritmo del PIB per cápita estatal entre 1940 y 1995. Esta medida es un indicador de la dispersión regional del ingreso o PIB per cápita en México, lo que una reducción en este indicador se considera como evidencia positiva de σ -convergencia (ver Capítulo IV, apartado de β -convergencia y σ -convergencia). De esta manera, el autor encuentra una importante comprensión de la distribución regional del ingreso per cápita, es decir, las diferencias en el ingreso per cápita entre los estados de México muestran una importante reducción durante el periodo de estudio. Mientras que en 1940 la medida de σ -convergencia es de 0.62, para 1995 es de 0.44⁴.

Sin embargo, la mayor parte de la reducción en la dispersión del producto per cápita entre 1940 y 1995 ocurrió en realidad entre 1940 y 1960. A partir de 1960 esta dispersión se ha mantenido más o menos constante. Así, el autor concluye que aunque hay sólida evidencia de convergencia entre los estados durante ese periodo, es posible deducir que este fenómeno ocurrió

⁴ El autor observa en su estudio que los datos de los estados de Campeche y Tabasco muestran ciertos comportamientos atípicos, por lo que hace el ejercicio también sin incluirlos. No obstante, considera que no se produce ningún cambio cualitativo en los resultados de su análisis si se excluye o incluye de la muestra a estas dos entidades. La medida de σ -convergencia para 1995 en la muestra que excluye a Campeche y Tabasco es de 0.42.

en dos etapas bien definidas: la primera, de 1940 a 1960, en donde hay una importante reducción de las disparidades interregionales; y la segunda, de 1960 a 1995, en donde se detiene el proceso de convergencia interregional y a partir de entonces la distribución del ingreso estatal per cápita se ha mantenido constante⁵.

Por otra parte, respecto a la velocidad de convergencia, Esquivel concluye que los estados mexicanos relativamente pobres tienden a acercarse a los relativamente ricos a una tasa muy lenta. Dicha tasa se estima en un valor cercano al 1.2% anual, y es significativamente distinto de cero. Si comparamos este resultado con el promedio anual que encontraron Barro y Sala-i-Martin en sus estudios, el cual era del 2%, tenemos una tasa de convergencia que contrasta en gran medida con lo que debe presentarse en el mundo.

3. La convergencia entre los estados durante el periodo 1970-1999

3.1. Marco empírico

Para comprobar la existencia de convergencia absoluta entre los estados de la República Mexicana durante el periodo comprendido entre 1970 y 1999, utilizaremos las definiciones de β -convergencia y σ -convergencia que Sala-i-Martin propone y que se expusieron en el Capítulo IV. De esta manera, si queremos encontrar β -convergencia entre los estados dentro del periodo estudiado, debemos encontrar una relación inversa entre la tasa de crecimiento del periodo y el nivel inicial de la renta tal y como se describe a continuación:

$$\gamma_{i,t} = \log(y_{i,t}) - \log(y_{i,t-1}) = \alpha - \beta \log(y_{i,t-1}) + u_{it}$$

⁵ A este respecto, el Arroyo García (2001) no encuentra evidencia de convergencia absoluta entre los estados en el periodo 1980-1999. No obstante, al dividir este periodo en dos, encuentra convergencia entre 1980-1985, pero halla también divergencia entre 1995-1999. Por su parte, Cermeño no encuentra evidencia sólida a favor de la convergencia absoluta, pero sí a favor de la convergencia condicional.

en donde β es una constante positiva cuyo valor es $0 < \beta < 1$, y u_{it} es un término de perturbación. Un mayor coeficiente de β corresponde a una mayor tendencia hacia la convergencia.

Asimismo, para fortalecer la presencia de convergencia absoluta, debemos obtener una medida de la dispersión entre las rentas *per capita* de los estados. Siguiendo la definición de Sala-i-Martin, tomaremos la varianza muestral del logaritmo de la renta como medida de esta dispersión:

$$\sigma_t^2 = (1/N) \sum_{i=1}^N [\log(y_{i,t}) + \mu_t]^2,$$

donde μ_t es la media muestral de $\log(y_{i,t})$ y N es el número de observaciones. Si se hace la medición de esta dispersión en diferentes momentos a lo largo de un determinado periodo y vemos que ésta se reduce, entonces encontraremos la presencia de σ -convergencia.

Recordemos que, para que exista convergencia absoluta entre un número determinado de regiones o economías, es necesario que haya tanto β -convergencia como σ -convergencia.

3.2. Los datos

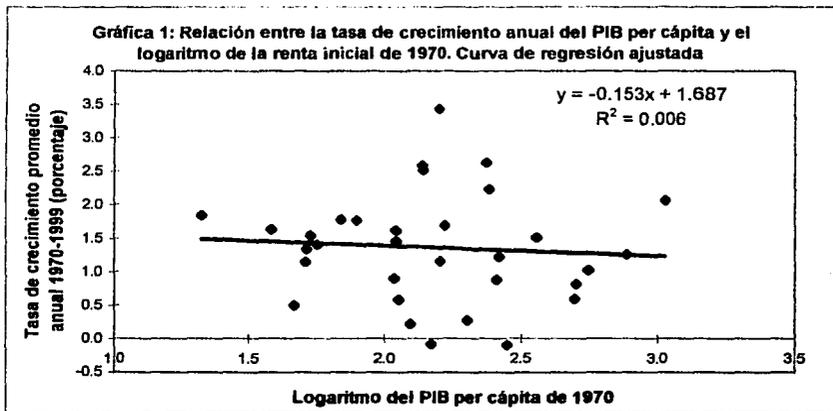
En el presente análisis se consideró un periodo de casi treinta años, de 1970 a 1999. La razón por la que no se tomó un periodo más largo, lo cual hubiera sido más apropiado, fue la disponibilidad de la información requerida para ello. Como ya se mencionó previamente, México no cuenta con estimaciones oficiales del producto interno bruto (PIB) para cada una de las entidades federativas para años anteriores a 1970, y para evitar caer en indeterminaciones o especulaciones no se hicieron estimaciones propias.

Para realizar el análisis de la convergencia en este trabajo, se utilizaron las estimaciones del PIB estatal de las que el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática dispone,

INEGI (1996, 2000), es decir, estimaciones de los años 1970, 1975, 1980, 1985, 1988 y de 1993 a 1999. Asimismo, se emplearon los datos de población estatal que proporcionan los censos de población de 1970, 1980 y 1990, así como de la encuesta nacional de población de 1992 y del conteo de población de 1995, con el fin de obtener estimaciones anuales de la población estatal para el periodo estudiado. Con esta información, se hicieron las estimaciones pertinentes para obtener el PIB per capita por entidad federativa para los años 1970, 1975, 1980, 1985, 1988 y 1993-1999⁶. Para mayores detalles puede consultarse el ANEXO.

3.3. Convergencia absoluta

En este apartado se hace un análisis de la convergencia absoluta⁷ entre los estados de la República Mexicana, utilizando las definiciones planteadas en la sección 3.1 de este capítulo. En



⁶ Aunque lo más apropiado hubiese sido tomar periodos iguales para el análisis, debido a la falta de información, no fue posible hacerlo de esta manera. Para obtener el corpus de datos con datos anuales o quinquenales, se hubiera necesitado hacer estimaciones propias. Tomar estas estimaciones resultó muy arriesgado, pues el comportamiento del PIB es irregular.

⁷ Consultar el Anexo. Ver por ejemplo, Tablas A1 y A3. Ambas representan el corpus de datos final de este análisis.

la Gráfica [1] se muestra la tasa de crecimiento promedio anual del PIB per cápita entre los años 1970 y 1999 en función del logaritmo del PIB per cápita de 1970 para las 32 entidades federativas. Como se puede observar, la gráfica muestra una relación inversa entre estas dos variables, con un coeficiente negativo, $\beta = -0.1532$, lo que implicaría que hay evidencia positiva de β -convergencia entre las entidades en el periodo 1970-1999 con una tasa anual de convergencia muy baja del 0.15%. De esta manera, podemos obtener la siguiente relación:

$$\gamma_{it} = a - \beta \log(y_{i,t-1}) + u_{it},$$

en donde, de acuerdo con el análisis de regresión (a través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios, MCO) que se presenta en la Tabla 1, obtenemos un valor de la intercepción $a = 1.687$, el coeficiente de convergencia anteriormente expuesto $\beta = 0.153$ y el término de perturbación o error típico $u_{it} = 0.823$. La tasa de crecimiento promedio γ_{it} está dada por $\frac{\log(y_{it}) - \log(y_{i,t-1})}{N}$, en donde N es el número de años del periodo de estudio.

Tabla 1

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.075
Coefficiente de determinación R^2	0.006
R^2 ajustado	-0.027
Error típico	0.823
Observaciones	32
Durbin-Watson (d)	1.840

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0.116	0.116	0.172	0.682
Residuos	30	20.328	0.678		
Total	31	20.444			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad inferior 95%	Superior 95%
a	1.687	0.816	2.068	0.047	3.353
β	-0.153	0.370	-0.414	0.682	-0.909

No obstante, este análisis de regresión arroja un coeficiente de determinación R^2 con un valor de 0.006. Asimismo, el coeficiente de correlación tiene un valor de 0.075 y se encontró un error típico muy alto, de 0.823. Todo esto nos demuestra que la relación inversa entre estas dos variables no es significativa, es decir, la tendencia que se observa no se ajusta a la realidad. Para que la tendencia que se presenta fuera significativa se requeriría que tanto nuestro coeficiente de correlación como nuestra R^2 se acercaran a 1. Un coeficiente de correlación que se acerca a la unidad nos indica que efectivamente hay una relación entre nuestras variables. Una R^2 cercana a 1 nos expresa, en términos de porcentaje, que la tendencia mostrada efectivamente explica esta relación con base en los datos observados. Asimismo, la prueba F nos arroja un valor de 0.172 con una probabilidad de 0.68%, lo que nos indica que nuestra R^2 no es significativamente diferente de cero, es decir, nuestro modelo no se ajusta a los datos observados⁸.

Ahora bien, se realizaron las siguientes pruebas de hipótesis para los parámetros α y β :

- Para α ,

$$H_0: \alpha=0 \text{ contra } H_1: \alpha \neq 0,$$

en la que, con un estadístico $t=2.068$ y una probabilidad muy baja de 4.7%, se rechaza la hipótesis nula. Esto nos dice que el intercepto es significativamente diferente de cero.

- Para β ,

$$H_0: \beta=0 \text{ contra } H_1: \beta \neq 0,$$

en donde, con un estadístico $t=-0.414$ y una probabilidad alta de 68.2%, se acepta la hipótesis nula, lo cual indica que el coeficiente de convergencia no es significativamente diferente de cero.

⁸ La prueba de hipótesis en este caso fue: $H_0: R^2=0$ (no hay ajuste) contra $H_1: R^2 \neq 0$ (hay algún tipo de ajuste). Se aceptó H_0 .

Para reforzar la ausencia de convergencia, observemos el intervalo de confianza del 95% para β (es decir, con una significancia $\alpha=0.05$), que es el siguiente:

$$-0.909 < \beta < 0.602.$$

Por lo que podemos apreciar, este intervalo es muy amplio. Es tan amplio que β puede ser tanto negativo como positivo, pues su valor podría fluctuar entre -0.909 y 0.602 , lo que nos explica que aunque β fuera significativamente diferente de cero, no sabríamos si realmente hay convergencia o no, pues la pendiente podría ser negativa o positiva. Para que la convergencia existiera, la pendiente de nuestra ecuación debería mostrar un valor negativo. Con esta última prueba encontramos incertidumbre en el valor de nuestro coeficiente de convergencia β .

Por otra parte, la prueba Durbin-Watson con un valor cercano a 2 ($d=1.64$) nos muestra la ausencia de autocorrelación en nuestro modelo. Esto robustece nuestra conclusión principal, es decir, la relación que nuestro modelo plantea no es representativa⁹.

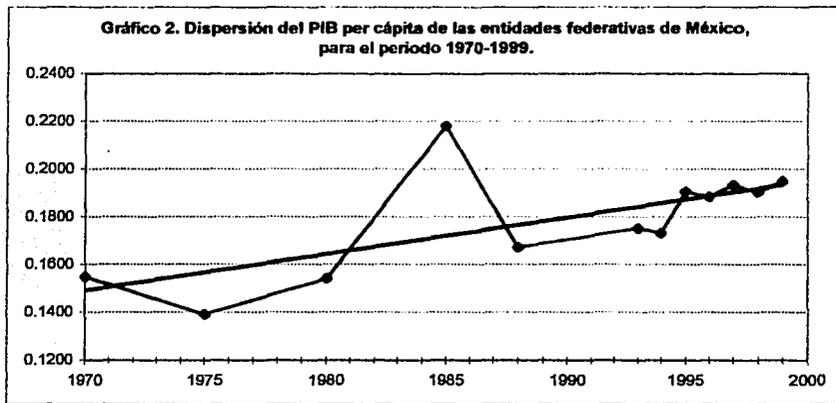
Por último, un argumento más a favor de la no convergencia podemos obtenerlo si revisamos qué sucede con β -convergencia. Aplicando la fórmula expuesta en el marco empírico de este capítulo, encontramos las siguientes varianzas muestrales para cada uno de los años analizados entre las rentas per cápita de las 32 entidades de que consta México, que se muestran en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2. Varianza muestral del logaritmo del PIB per cápita, 1970-1999.

AÑO	DISPERSIÓN	AÑO	DISPERSIÓN
1970	0.1548	1994	0.1731
1975	0.1391	1995	0.1905
1980	0.1540	1996	0.1883
1985	0.2179	1997	0.1933
1988	0.1672	1998	0.1902
1993	0.1752	1999	0.1948

⁹ Los valores críticos para la el estadístico Durbin-Watson d obtenidos fueron $d_L=1.37$ y $d_U=1.50$, para un nivel de significancia del 5%. Para la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación positiva, debido a que $d > d_U$ se no se rechaza H_0 . Tampoco se rechaza H_0 : no hay autocorrelación serial negativa, debido a que $d < 4 - d_U$. Finalmente, para H_0 : no hay autocorrelación ni positiva ni negativa, se acepta la hipótesis nula, ya que $d_U < d < 4 - d_U$.

Si analizamos la Tabla 2 encontramos que la dispersión del PIB per cápita entre los estados aumentó entre 1970 y 1999. La dispersión σ al inicio tenía un valor de 0.1548, mientras que en 1999 $\sigma=0.1948$. En el Gráfico 2 podemos apreciar con mayor claridad el aumento en la dispersión. Si bien es cierto que en 1975 se registra una reducción importante, en 1980 muestra un aumento recuperando su nivel inicial, disparándose marcadamente en 1985. De 1985 a 1990 hay un salto hacia abajo, pero eso no impide que su tendencia a aumentar cese. Para demostrarlo se ha trazado una línea de tendencia y, aunque a partir de 1995 esta dispersión más o menos se estabiliza, no se observa una tendencia a disminuir.



Resumiendo, lo que este análisis de regresión nos muestra es la ausencia de convergencia absoluta entre las entidades federativas de México durante el periodo comprendido entre 1970 y 1999. A pesar de la relación inversa que pudimos apreciar inicialmente en la Gráfica 1, el análisis que realizamos descarta toda posibilidad de convergencia al demostrar que dicha relación no es significativa y que bien podría suceder una relación directa. Por otra parte, un análisis de la

dispersión de las rentas per cápita entre los estados, confirma la ausencia de convergencia absoluta, pues la dispersión presenta una tendencia en franco aumento. Ya habíamos señalado desde un principio que para que hubiese convergencia absoluta era necesario que se observara tanto convergencia en el sentido β como en el sentido σ , y aquí hemos demostrado la ausencia de ambas.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se contemplaron dos objetivos principales: el primero, la revisión de los aspectos generales respecto a la teoría del crecimiento económico y respecto a la hipótesis de la convergencia y su relación; y el segundo, realizar un ejercicio empírico de la convergencia en México. Dado lo anterior, divido este apartado en dos secciones. En la primera, enumero las conclusiones principales de los capítulos primero al cuarto y que tienen que ver con el primer objetivo. Las conclusiones que se extrajeron como producto de la consecución del segundo objetivo se presentan hasta la segunda parte.

I.

En el Capítulo I enumeramos las características más representativas que una teoría económica debe tener, de tal forma que esto nos permitió tener una mejor comprensión de las teorías analizadas en los capítulos subsiguientes. Asimismo, hicimos un recorrido panorámico de la evolución de la teoría del crecimiento, desde los clásicos del siglo XIX hasta la actualidad. Este marco histórico nos permitió ubicar en su contexto la actual discusión teórica sobre la validez de los modelos de crecimiento neoclásico y la nueva teoría del crecimiento endógeno.

En el Capítulo II se inició el análisis del modelo de crecimiento neoclásico típico, el modelo de Solow-Swan. En dicho apartado se señaló la importancia de los postulados principales de la teoría neoclásica. Se señaló, por ejemplo, el papel de la función de producción de tipo

Cobb-Douglas, que satisface plenamente las propiedades de la función neoclásica de producción, pues muestra rendimientos constantes a escala, productividad marginal decreciente y guarda la posibilidad de sustitución entre los insumos de capital y mano de obra, aspecto que en un proceso de crecimiento permitiría la variación de la razón entre capital y mano de obra.

No olvidemos el objetivo del desarrollo de las teorías y sus modelos. Las teorías pretenden explicar la realidad, los modelos son una representación de esa realidad. La función de producción neoclásica nos dice mucho de cómo este enfoque encuentra que el mundo funciona. Por ejemplo, dos de sus propiedades explican claramente el porqué este modelo requiere de la tecnología o del crecimiento poblacional para subsistir. Estas propiedades son las siguientes: la primera, la existencia de productos marginales positivos pero decrecientes respecto a los factores de producción; y la segunda, los rendimientos constantes a escala. Ambas propiedades representan el motor del funcionamiento de una economía bajo la perspectiva neoclásica. Una vez que se han explotado en su totalidad los factores de producción en un momento dado, no es posible obtener un mayor crecimiento si no se tiene un impulso exógeno al modelo. Estos impulsos se encuentran ya sea en la tasa del progreso técnico o en el crecimiento poblacional. Estas variables que el modelo no explica son la fuente del progreso y del crecimiento en este enfoque.

Bajo esta perspectiva, el nivel de abstracción y de simplificación es grande, no obstante, es una explicación de la realidad. Es importante señalar también que en las explicaciones que proporciona este enfoque, siempre está implícito la concepción de que la economía funciona con la intervención de la "mano invisible" de la que nos hablaba Adam Smith. El equilibrio de los mercados puede lograrse de manera natural, lo que hay que hacer es no intervenir. Asimismo, si se quiere llegar a tener crecimiento, tan sólo hay que crear las condiciones necesarias para que ello sea posible.

Por otra parte, en este segundo capítulo también se analizó el significado del estado estacionario dentro de esta teoría. Este estado representa el momento en que todas las variables tienen tasas constantes iguales. Dado que el ahorro automáticamente se transforma en inversión, la economía ahorra e invierte una fracción determinada de su producto para aumentar el acervo de capital y reemplazar el capital que se deprecia en la producción. Como la economía tiene un acervo de capital dado y una producción tal que si se ahorra la fracción constante anterior, tan solo queda la cantidad de inversión justa y necesaria para recuperar el capital depreciado. Así, una vez reemplazado el capital que se deprecia no quedan recursos para incrementar el acervo de capital y este acervo no crece. Como este acervo no crece, en el siguiente ciclo productivo todas las variables vuelven a tener los mismos valores del ciclo anterior y se entra entonces a un ciclo vicioso del que no se sale nunca. Vimos pues, que la única manera de salir de este estado estacionario o de cambiar a un estado estacionario más alto, era a través de un incremento en las variables exógenas.

También analizamos el planteamiento de la regla de oro de la acumulación del capital. Dicho planteamiento nos dice de manera intuitiva que no debemos proporcionar a las generaciones futuras menos de lo que le proporcionaríamos a la nuestra. De tal forma que es ésta la explicación por la que el ahorro es tan importante, ya que el ahorro permitirá que este ciclo económico se sucediera. Dado que la postura neoclásica presupone que las sociedades tienen como objetivo el aumento del bienestar de sus individuos, este bienestar depende no de la cantidad de bienes producidos o del capital que se acumula sino más bien de lo que se consume. Las sociedades escogerán la tasa de ahorro que permita el mayor consumo per cápita. Esta regla de oro nos proporciona la receta perfecta para lograr un estado estacionario óptimo.

Como conclusión última de este capítulo, podemos mencionar que se analizó la importancia de mantener el pleno empleo del capital y de la mano de obra dentro de este modelo,

pues si no se cumplen estos presupuestos el modelo se vuelve inestable. Es lógico pensar entonces que, tal vez este modelo explica con mayor satisfacción el comportamiento de las economías desarrolladas.

El análisis de la estructura del modelo neoclásico de crecimiento nos permitió conocer el origen de la teoría del crecimiento endógeno. Así en el Capítulo III se analizó la estructura básica de este enfoque, a través de la disección del modelo AK. Vimos que los modelos de este tipo explican el crecimiento de una economía a través de variables que son determinadas dentro del mismo modelo. Dichas variables endógenas pueden ser la tecnología, el ahorro o la población. Lo que en la teoría neoclásica es exógeno, en este enfoque se endogeniza. De esta manera, el crecimiento depende de las decisiones que tomen los individuos de una sociedad.

Este importante cambio estructural para la teoría del crecimiento fue posible al pasar de la función de producción neoclásica Cobb-Douglas a la función de producción AK. La primera, presenta rendimientos decrecientes de cada uno de los factores de producción; mientras tanto, la segunda ya exhibe rendimientos constantes del capital. Una función con esta última característica permite que el crecimiento de largo plazo sea positivo y no igual a cero (como plantea la teoría neoclásica), con o sin progreso técnico. Asimismo, analizamos que los rendimientos constantes del capital en el modelo endógeno, conocido como el de la tecnología AK, son posibles debido a la linealidad de la función de producción.

No olvidemos que la teoría del crecimiento económico endógeno surge como reacción a la insatisfacción que han provocado los modelos neoclásicos en su incapacidad para explicar fenómenos claves de la realidad reciente en el mundo, fenómenos como la desigualdad regional o la ausencia de flujos de capital en naciones del mundo subdesarrollado. Igualmente, en el nivel empírico surgieron pruebas para evaluar la validez de un modelo frente a un determinado fenómeno económico. La hipótesis de la convergencia tiene su origen en esta discusión. Es en el

cuarto capítulo que presentamos conceptos generales relacionados con la convergencia así como una justificación de su existencia.

En el Capítulo IV explicamos que la convergencia tiene que ver con el crecimiento de largo plazo entre un grupo de economías, el cual puede converger independientemente de sus condiciones iniciales o no. Para ello, fue necesario hacer una primera distinción fundamental: la distinción entre convergencia absoluta y convergencia condicional. Dentro de la literatura relacionada se han presentado diferentes conceptos de convergencia. Se habla de convergencia absoluta cuando el ingreso per cápita de una economía converge en el tiempo con el de otras economías, independientemente del grado de similitud entre ellas y de sus condiciones iniciales. La convergencia condicional sucede cuando los ingresos per cápita de economías idénticas en sus condiciones estructurales (tecnología, preferencias, ahorro, etc.) convergen independientemente de las condiciones iniciales.

La segunda distinción que se hizo fue entre β -convergencia y σ -convergencia. Estos términos son una manera alternativa de llamar a la convergencia económica. En realidad están más relacionados con aspectos metodológicos para comprobar la hipótesis de la convergencia entre diferentes economías. Se considera que existe β -convergencia si las economías pobres crecen más que las ricas. Es decir, hay β -convergencia entre un conjunto de economías si existe una relación inversa entre la tasa de crecimiento de la renta y el nivel inicial de dicha renta. Por otro lado, una reducción en el tiempo de la dispersión de la renta real per cápita entre grupos de economías representa la existencia de σ -convergencia. Observamos también que estos últimos conceptos están relacionados y no necesariamente divergen de los de convergencia absoluta y condicional, pues pueden presentarse simultáneamente y complementarse.

Se abordaron también, cuestiones meramente técnicas y metodológicas para determinar o rechazar la hipótesis de la convergencia entre economías y, por último en ese capítulo, se explicó la relación existente entre las teorías del crecimiento económico neoclásico y endógeno respecto a la convergencia económica. De aquí se concluyó que el modelo neoclásico sólo predice la existencia de una relación negativa entre la renta y las tasas de crecimiento, en el caso de que la única diferencia entre los países resida en sus stocks iniciales de capital. A diferencia del modelo neoclásico, la teoría del crecimiento económico endógeno no predice la convergencia ni absoluta ni condicional. El modelo de crecimiento endógeno básico, el Modelo AK, no predice convergencia alguna porque la tasa de crecimiento de cualquier economía es constante y su nivel dependerá de sus parámetros de productividad, de tal forma que los países con un crecimiento bajo continuarán con este tipo de crecimiento para siempre, independiente del valor de su renta o producto inicial o de los niveles de los parámetros determinantes del crecimiento. La convergencia no se cumple aquí, dado que no se presentan rendimientos decrecientes del capital en el largo plazo. Así la función AK, función de producción de este modelo, implica que el producto marginal y medio del capital son constantes. No puede haber convergencia en modelos de este tipo porque una condición necesaria para la existencia de la convergencia es que la función de producción presente rendimientos crecientes respecto del capital.

Estas últimas conclusiones nos permiten cumplir con parte del objetivo general del presente trabajo, es decir, hemos explicado la relación entre la teoría del crecimiento económico y la hipótesis de la convergencia económica. La otra meta principal de este trabajo consiste en la comprobación de la convergencia absoluta entre las entidades federativas de México. Este problema fue abordado en el Capítulo V, del que a continuación expondremos las conclusiones principales.

II.

Antes de presentar cualquier conclusión es importante recordar que el presente estudio, además de presentar el origen y razón de ser de la *hipótesis de la convergencia* dentro de la teoría del crecimiento contemporánea, se propone ilustrar el problema de la convergencia para nuestro país. Como ya se señaló, este último propósito se abordó en el último capítulo.

En el capítulo final de esta tesis, el Capítulo V, dimos respuesta a la última pregunta de nuestra investigación: *¿existe la convergencia absoluta entre los estados de la república en un periodo determinado, digamos entre 1970 y 1999?* De igual manera habíamos trabajado con la hipótesis siguiente: *aunque el periodo analizado no es relativamente extenso, los Estados de la República Mexicana presentarán la tendencia a presentar la convergencia absoluta durante el periodo comprendido entre 1970-1999.*

Para proceder a aceptar o rechazar esta hipótesis, expusimos primeramente los resultados de un intento anterior y señalamos su deficiencia principal: que empleaba estimaciones no oficiales del PIB per cápita de cada una de las entidades federativas, lo cual no nos garantiza que la tendencia observada fuese del todo representativa.

Como segundo paso, procedimos a explicar el marco empírico que manejaríamos para comprobar nuestra hipótesis y corrimos, bajo el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), una regresión para su interpretación posterior.

Nuestro modelo, el modelo de regresión que se propuso en el último capítulo, nos permitió rechazar nuestra hipótesis de investigación. Los resultados fueron contundentes: no hay evidencia de la existencia de convergencia absoluta entre las 32 entidades federativas de México en el periodo comprendido de 1970 a 1999. Aunque se estimó un coeficiente de convergencia negativo, $\beta = -0.153$, lo cual representaría evidencia positiva a favor de β -convergencia, el

análisis de regresión muestra que esta relación negativa entre la renta per cápita inicial y la tasa de crecimiento del periodo de estudio entre las diferentes entidades no es significativa, pues el coeficiente β no es significativamente diferente de cero. Por otra parte, el intervalo de confianza del 95% para β nos indicó que nuestro coeficiente de convergencia bien podía fluctuar entre un valor negativo y un valor positivo. Asimismo, reforzamos esta demostración a través de un análisis de σ -convergencia y encontramos que la dispersión de las tasas de crecimiento entre los estados de la república mexicana aumentaba con el tiempo. Para que hubiera convergencia absoluta era necesario que se observara tanto convergencia en el sentido β como en el sentido σ , y hemos demostrado la ausencia de ambas.

Los resultados anteriores nos hacen reflexionar un poco más sobre los alcances de la teoría del crecimiento económico y, en particular, del modelo neoclásico tradicional. El hecho de que no se cumpla la hipótesis de la convergencia para el caso mexicano en este estudio, nos revela el nivel de abstracción que el modelo neoclásico hace de la realidad, tan elevado que en realidad no explica satisfactoriamente los fenómenos del mundo que nos rodea. Esta declaración nos obliga a cuestionarnos lo siguiente: ¿qué quiere decir que no hayamos encontrado evidencia significativa a favor de la convergencia absoluta?, ¿para que nos sirve saber esto?

Que nuestro modelo no presente evidencia a favor de la convergencia absoluta significa que no se cumplen los supuestos de la teoría neoclásica para México. La existencia de convergencia absoluta nos dice que sin importar las condiciones económicas iniciales de las economías, todas (ricas y pobres) tenderán a llegar en el tiempo al mismo nivel de crecimiento, esto es posible si se satisface la propiedad de los rendimientos marginales decrecientes respecto al capital y rendimientos constantes a escala en la función de producción. Pero con nuestro modelo hemos demostrado que, para los estados de México, esta propiedad no se satisface, de tal

forma que las condiciones iniciales sí importan para determinar el crecimiento o la convergencia para los estados.

Como las condiciones iniciales sí importan en este proceso de convergencia, llegar a un estado estacionario en donde todas las variables tienen tasas constantes iguales sería imposible, porque para ello se requeriría que hubiera rendimientos marginales decrecientes del capital y rendimientos constantes a escala. Bajo esta perspectiva, no hay manera de llegar a un estado estacionario. Asimismo, la regla de oro de la acumulación del capital no se aplica en nuestro modelo, pues no importaría que las sociedades actuales escogieran una tasa de ahorro que permita el mayor consumo per cápita en el largo plazo, dado que nuestro modelo es sensible a las condiciones iniciales, por lo que cada sociedad o cada economía difícilmente coincidiría con los niveles de crecimiento de otra u otras economías.

En el análisis que se llevó a cabo en la última sección de este trabajo, se tomó en cuenta comprobar la convergencia absoluta, precisamente porque podía parecer más lógico y más evidente comprobar una relación inversa entre la renta inicial y la tasa de crecimiento de las diversas regiones sin tomar en cuenta las condiciones iniciales y las características estructurales de cada región. Aun haciendo de lado estas diferencias, la hipótesis no se comprobó, esto evidencia la necesidad de buscar mejores explicaciones a los fenómenos económicos. Supuestos neoclásicos como el de pleno empleo de los factores de la producción nos hacen cuestionar la validez de esta postura. A este respecto, tal vez la teoría del crecimiento endógeno proporcione mejores herramientas para explicar la realidad y para proponer soluciones a los problemas actuales y venideros.

Ahora bien, ¿para qué nos sirve saber esto? Saber que no hay convergencia absoluta entre los estados de México puede denotar que las diferencias regionales se irán acentuando entre los estados ricos y los estados pobres, o bien, que no importa lo que suceda en una región

determinada, ésta no influirá en el comportamiento de otra cercana. Si atendemos tanto a los niveles iniciales (es decir, de 1970) del PIB per cápita de los estados como a las tasas de crecimiento que se muestran en el periodo de análisis¹, encontramos estados con diversas condiciones económicas, es decir, podemos encontrar estados con altas tasas de crecimiento o niveles iniciales altos y estados con estos mismos indicadores a niveles bajos², de igual forma, un gran número de estados con condiciones intermedias. Por ejemplo, de acuerdo con este trabajo, el Distrito Federal (con un PIB per cápita de 20.643 mil pesos³ y una tasa de crecimiento anual de 2.06%) y Campeche (con 9 mil pesos y 3.43%, respectivamente), que son estados con niveles iniciales altos, no parecen confirmar la hipótesis de la convergencia, en el sentido de que deberían mostrar bajas tasas de crecimiento. No obstante, hay otros casos en donde esta tendencia parecería confirmarse, como en los estados de Sonora y México, cuyos valores de PIB per cápita inicial fueron 14.864 y 11.576, respectivamente, pero obtuvieron bajas tasas de crecimiento: para Sonora, 0.59%; y para el Estado de México, que inclusive muestra una tasa negativa, -0.09%. Igualmente, hubo estados con bajos niveles iniciales de renta per cápita que reportaron altas tasas de crecimiento, como Oaxaca (con PIB per cápita de 3.776 y una tasa de crecimiento de 1.84%); pero también las hubo con bajas tasas de crecimiento, como el estado de Chiapas (con un PIB per cápita igual a 5.299 y una tasa de crecimiento de 0.50%). Así también, hay estados que muestran niveles de renta inicial intermedios y muestran tasas de crecimiento también intermedias, tal es el caso de Tamaulipas y Coahuila, cuyos PIB per cápita iniciales fueron respectivamente, 11.251 y 12.860, y sus tasas de crecimiento, 1.22% y 1.51%.

¹ Ver Tabla A9 incluida en el Anexo.

² De acuerdo con la Tabla A9, para el PIB per cápita inicial se encontró un rango de valores desde 3.776 (del estado de Oaxaca) hasta 20.643 (reflejado por el Distrito Federal). Para esta variable, se consideraron como bajos a aquellos valores inferiores a 8 mil pesos, altos a aquellos superiores a 14 mil. Para la tasa de crecimiento se encontraron valores que fluctuaron entre -0.09 (Estado de México) y 3.43 (Campeche). Se consideraron como bajas a aquellas tasas inferiores a 1% y altas a aquellas cercanas o superiores a 2%.

³ Todos los valores que de esta variable se expresen aquí son en miles de pesos, a precios constantes de 1994.

Estas observaciones nos ilustran que si bien en unos casos parece mostrarse una relación negativa entre renta inicial y crecimiento, en otros casos la relación es positiva, y en otros tantos es inexistente. Esta información es coherente con el análisis de regresión que se realizó, en donde nuestro coeficiente de correlación fue muy bajo, 0,075, lo cual confirma que no hay relación de ningún tipo entre nuestra variable dependiente e independiente.

Por otra parte, podría resultar interesante realizar este mismo ejercicio, pero ahora considerando las diferencias en condiciones y características estructurales entre las entidades estudiadas, aunque podría representar un gran reto, pues es difícil conseguir los índices necesarios para realizarlo, no olvidemos que datos confiables sólo los hay disponibles en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática a partir de 1970. Aún así, no se tiene disponibilidad de toda la información para todos los años a partir de esa fecha. Esto representa sin duda una dificultad metodológica. A su vez, es difícil pensar que se encuentre evidencia a favor de la convergencia condicional cuando no se encontró evidencia que apoyase la convergencia absoluta.

Por último, tal vez sería apropiado hacerse los siguientes cuestionamientos. Dado que la hipótesis de la convergencia surge para probar la validez de los modelos recientes de crecimiento económico, y estos modelos explican de mejor manera el funcionamiento de las economías desarrolladas e industrializadas, ¿vale la pena tratar de comprobar estas teorías para los países en vías de desarrollo como el nuestro? En este trabajo se ha demostrado que lo que dice la teoría no aplica a nuestra realidad. Si bien es cierto que estos tópicos son apasionantes, ¿hasta qué punto será apropiado utilizarlos para explicar nuestra realidad y para proponer soluciones? Las respuestas a estas preguntas no se encuentran aquí, pero bien pueden representar el inicio de una nueva investigación, de una nueva búsqueda.

----- O -----

BIBLIOGRAFÍA

- Aghion, Philippe y Peter Howitt (1998). *Endogenous Growth Theory*. The MIT Press, United States of America, 694 pp.
- Arroyo García, Francisco (2001). "Dinámica del PIB de las entidades federativas de México, 1980-1999". *Comercio Exterior*. Vol. 51, No. 7, Banco de México, México, julio, 2001.
- Banco de México. *Índice de precios al consumidor, 1969-2001*. Información en línea, página web.
- Barro, Robert J. y Xavier Sala-i-Martin (1995). "Technological diffusion, convergence and growth". *Discussion Papers*, No. 1255, Center for Economic Policy Research, Londres, octubre, 1995, 36 pp.
- Barro, Robert J. y Xavier Sala-i-Martin (1995). *Economic Growth*. Edit. McGraw-Hill, USA, 539 p.
- Branson, William H. (1990). *Teoría y Política Macroeconómica*. 2ª ed. Fondo de Cultura Económica, México, 573 p.
- Cermeño, Rodolfo (2001). "Decrecimiento y convergencia de los estados mexicanos". *El Trimestre Económico*. Vol. LXVIII(4), No. 272, Fondo de Cultura Económica, México, octubre-diciembre, 2001, pp. 603-629.
- Danthine, Jean-Pierre (1997). "In search of a successor to IS-LM". *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 13, no. 3, pp. 135-144.
- De la Fuente, "Convergence across countries and regions: Theory and empirics". *Discussion Papers*, No. 2465, Center for Economic Policy Research, Londres, mayo, 2000, 34 pp.
- DeLong, J. Bradford (1988). "Productivity growth, convergence and welfare: comment", *American Economic Review*, no. 78, diciembre, 1138-1154.
- Esquivel, Gerardo (1999). "Convergencia regional en México, 1940-1995". *El Trimestre Económico*. Vol. LXVI(4), No. 264, Fondo de Cultura Económica, México, octubre-diciembre, 1999, pp. 725-761.
- Gandolfo, Giancarlo (1976). *Métodos y Modelos Matemáticos de la Dinámica Económica*. Edit. TECNOS, Madrid, 443 p.
- Gujarati, D. N. (1990). *Econometría*. 2ª edición. V. M. Ed. McGraw-Hill.
- Hu, Teh-Wei (1979). *Econometría. Un análisis introductorio*. Fondo de Cultura Económica, México,
- INEGI (1996). *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1993*. México, 1996.

- INEGI (1999). *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1993-1999*. México, 2000.
- INEGI y CONAPO. *Conteo de Población y Vivienda 1995*. México
- INEGI y CONAPO. *Encuesta Nacional de Población, 1992*. México
- INEGI y CONAPO. *IX Censo General de Población y Vivienda, 1970*. México.
- INEGI y CONAPO. *X Censo General de Población y Vivienda, 1980*. México.
- INEGI y CONAPO. *XI Censo General de Población y Vivienda, 1990*. México.
- INEGI y CONAPO. *XII Censo General de Población y Vivienda, 2000*. Estimaciones preliminares, 2001.
- Intriligator, Michael D. (1976). *Optimización Matemática y Teoría Económica*. Edit. Prentice/Hall International, Madrid, 486 p.
- Jones, Charles I. (1998). *Introduction to Economic Growth*. W.W. Norton & Company, New York, 200 p.
- Jones, Hywel G. (1976). *An Introduction to Modern Theories of Economic Growth*. McGraw-Hill, USA, 251 p.
- Lec, K.; M. Hashem Pesaram y Ron Smith (1998). "Growth empirics: a panel data approach – a comment", *The Quarterly Journal of Economics*. Febrero, 1998, pp.319-323.
- Maddala, G.S. (1996). *Introducción a la Econometría*. 2ª ed. Prentice-Hall, México, 715 p.
- Mankiw, N. Gregory (1992). «Curso rápido sobre macroeconomía». *Investigación Económica*. No. 201, julio-septiembre, pags. 243-269.
- McCallum, Bennett T. «New Classical Macroeconomics: A Sympathetic Account». *The State of Macroeconomics: Proceeding of a Symposium, Whither Macroeconomics?* Editado por Seppo Hankaphja, pags. 3-32.
- Pack, Howard. "Endogenous Growth Theory: Intellectual Appeal and Empirical Shortcomings". *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no. 1, Invierno 1994, p. 55-72.
- Quah, Danny T. (1993). "Galton's Falacy and tests of the convergence hypothesis", *Scandinavian Journal of Economics*, no. 95, 4, pp. 427-443.
- Quah, Danny T. (1996). "Twin Peaks: growth and convergence in models of distribution dynamics", *The Economic Journal*, no. 106, Julio, pp. 1045-1055.
- Romer, Paul (1994). "The Origins of Endogenous Growth". *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no. 1, Invierno 1994, p. 3-22.
- Sala-i-Martin, Xavier (1994). *Apuntes de crecimiento económico*. 1ª ed. Antoni Bosch, editor, Barcelona, 170 p.
- Sala-i-Martin, Xavier (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. 2ª edición, Antoni Bosch editor, España, 250 pp.
- Sargent, Thomas J. *Teoría Macroeconómica*. Vol. 1. 1ª ed. Ed. Antoni Bosch, editor, Barcelona, 171 p.

- Sen, Amartya (coord.). *Economía del Crecimiento*. 1ª reimpresión, Fondo de Cultura Económica, México, 1989, 525 p.
- Silberberg, Eugene (197). *The Structure of Economics. A Mathematical Analysis*. 2ª. Ed. McGraw-Hill.
- Villarreal, René (1986). *La contrarrevolución monetarista. Teoría, política económica e ideología del neoliberalismo*. 1ª. Ed. Fondo de Cultura Económica (FCE), México, 545 p.
- Walpole, R.E. y R.H. Myers (1986). *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*. 3ª ed. Nueva Editorial Interamericana, México, 733 p.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO

ANEXO

Para poder correr una regresión se requería de tener los valores del logaritmo del PIB per cápita de cada entidad, así como sus respectivas tasas de crecimiento del periodo de estudio. Para obtener estos valores, fue necesario recurrir a los bancos de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEGI), del Banco de México y del Consejo Nacional de Población (CONAPO). Posteriormente, se realizaron cálculos propios necesarios para obtener el corpus de datos indispensables para hacer el análisis de regresión. En este anexo se incluye parte de ese *corpus* de datos, organizado en tablas. Asimismo, se proporciona un índice de estas tablas con el objetivo de facilitar su localización.

Algunas de las tablas incluyen breves comentarios sobre el procedimiento que les dio origen. Tan solo se incluyen las tablas que por su pertinencia pueden interesar al lector.

De entre los cálculos que fue necesario llevar a cabo se encuentran los siguientes:

- Cálculo del PIB per cápita para cada entidad federativa en precios constantes (año base=1994)¹ para los años 1970, 1975, 1980, 1985, 1988, y 1993 a 1999². Este cálculo fue posible, una vez que se tuvieron las cifras de PIB nominal y los índices de precios anuales desde 1970. (Tablas A4, A5, A6 y A8)
- Dado que el PIB per cápita es un indicador que involucra a la población, se requirió también para su estimación el número de habitantes por año y por entidad federativa

¹ El año base se eligió principalmente por una razón de economía, pues de acuerdo con la disponibilidad de la información, contábamos con un IPC con este año base desde 1969 hasta el año 2000. Dicha información está disponible en el Banco de México.

² Sólo se trabajaron estos años debido a que el Sistema de Cuentas Nacionales del INEGI no dispone de indicadores estatales para años anteriores a 1970. Asimismo, de este año hasta 1985 se dispone de estos indicadores por quinquenios, luego hay un salto hasta 1988. De nuevo se presenta una ausencia de esta información de 1988 hasta 1993, y es tan solo a partir de este año que comienza a tenerse información anual.

desde 1970. Lograr esto significó hacer estimaciones con la información que nos proporcionan los censos, conteos y encuestas de población. Dado que la mayoría de estos levantamientos no se suceden anualmente, se procedió a estimar las tasas de crecimiento promedio anuales y, con ellas, el número de habitantes. Aunque que se procedió al cálculo para todos los años desde 1970 hasta el año 2000, solamente se utilizaron aquellas estimaciones para los años analizados. (Tabla A7)

Finalmente, todo este proceso de estimación permitió reunir los datos que hicieron posible correr la regresión y estimar la varianza muestral. Ambas necesarias para comprobar o rechazar la existencia tanto de convergencia absoluta. Dicho *corpus* último esta representado en las tablas A1 y A3.

Tablas contenidas en este anexo:

- ✓ TABLA A1. LOGARITMO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO PER CÁPITA DE 1970 Y TASA DE CRECIMIENTO DEL PERIODO 1970-1999. POR ENTIDAD FEDERATIVA
- ✓ TABLA A2. LOGARITMO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO PER CÁPITA DE 1970 DE CRECIMIENTO DEL PERIODO 1970-1999. MILES DE PESOS DE 1994.
- ✓ TABLA A3. PIB PER CÁPITA. LOGARITMO DEL PIB PER CÁPITA, Y VARIANZA MUESTRAL PARA TODAS LAS ENTIDADES FEDERATIVAS. AÑOS 1970, 1975, 1988, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999. Miles de Pesos de 1994.
- ✓ TABLA A4. PRODUCTO INTERNO BRUTO PER CÁPITA. TOTAL NACIONAL POR ENTIDAD FEDERATIVA 1970-1999. Miles de pesos de 1994.
- ✓ TABLA A5. PRODUCTO INTERNO BRUTO. TOTAL NACIONAL POR ENTIDAD FEDERATIVA 1970-1999. Miles de pesos de 1994.
- ✓ TABLA A6. PRODUCTO INTERNO BRUTO. TOTAL NACIONAL POR ENTIDAD FEDERATIVA 1970-1999. Miles de nuevos pesos.
- ✓ TABLA A7. MÉXICO: POBLACIÓN TOTAL Y POR ENTIDADES FEDERATIVAS. 1970-2000.
- ✓ TABLA A8. MÉXICO. ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR. PROMEDIO ANUAL. PERIODO 1970-2000. AÑO BASE: 1994.
- ✓ TABLA A9. ENTIDADES ORDENADAS DESCENDENTEMENTE DE ACUERDO A SU PIB PER CÁPITA INICIAL Y A SU TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL

**TABLA A1. LOGARITMO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO PER CÁPITA DE 1970
Y TASA DE CRECIMIENTO DEL PERIODO 1970-1999
POR ENTIDAD FEDERATIVA**

	log de PIB 1970 (X)	Tasa de crecimiento promedio anual, % (Y)
Aguascalientes	2.135	2.51
Baja California	2.745	1.02
Baja California Sur	2.703	0.81
Campeche	2.197	3.43
Coahuila	2.554	1.51
Colima	2.220	1.68
Chiapas	1.668	0.50
Chihuahua	2.384	2.23
Distrito Federal	3.027	2.06
Durango	2.040	1.62
Guajuato	2.033	0.90
Guerrero	1.711	1.33
Hidalgo	1.751	1.40
Jalisco	2.410	0.88
México	2.449	-0.09
Michoacán	1.727	1.54
Morelos	2.201	1.16
Nayarit	2.093	0.22
Nuevo León	2.883	1.25
Oaxaca	1.329	1.84
Puebla	1.896	1.76
Querétaro	2.132	2.58
Quintana Roo	2.372	2.62
San Luis Potosí	1.834	1.78
Sinaloa	2.306	0.27
Sonora	2.699	0.59
Tabasco	2.050	0.58
Tamaulipas	2.420	1.22
Tlaxcala	1.586	1.63
Veracruz	2.165	-0.08
Yucatán	2.039	1.45
Zacatecas	1.709	1.15

*Cálculos propios

Esta tabla muestra las variables X y Y que se utilizaron para determinar el coeficiente de convergencia y hacer el análisis de regresión

**TABLA A2. LOGARITMO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO PER CÁPITA DE 1970
Y TASA DE CRECIMIENTO DEL PERIODO 1970-1999**
Miles de Pesos de 1994

AÑO	PIB de 1970	PIB de 1999	log de PIB 1970	log de PIB 1999	Tasa de crecimiento anual
Total Nacional	10.676	14.752	2.368	2.691	1.12
Aguascalientes	8.460	17.532	2.135	2.864	2.51
Baja California	15.558	20.901	2.745	3.040	1.02
Baja California Sur	14.920	18.886	2.703	2.938	0.81
Campeche	9.000	24.333	2.197	3.192	3.43
Coahuila	12.860	19.929	2.554	2.992	1.51
Colima	9.203	14.990	2.220	2.707	1.68
Chiapas	5.299	6.124	1.668	1.812	0.50
Chihuahua	10.849	20.701	2.384	3.030	2.23
Distrito Federal	20.643	37.501	3.027	3.624	2.06
Durango	7.693	12.292	2.040	2.509	1.62
Guanajuato	7.638	9.914	2.033	2.294	0.90
Guerrero	5.535	8.150	1.711	2.098	1.33
Hidalgo	5.760	8.649	1.751	2.157	1.40
Jalisco	11.138	14.357	2.410	2.664	0.88
México	11.576	11.262	2.449	2.421	-0.09
Michoacán	5.621	8.776	1.727	2.172	1.54
Morelos	9.031	12.625	2.201	2.536	1.16
Nayarit	8.109	8.631	2.093	2.155	0.22
Nuevo León	17.875	25.699	2.883	3.246	1.25
Oaxaca	3.776	6.443	1.329	1.863	1.84
Puebla	6.660	11.102	1.896	2.407	1.76
Querétaro	8.432	17.845	2.132	2.882	2.58
Quintana Roo	10.714	22.932	2.372	3.133	2.62
San Luis Potosí	6.260	10.484	1.834	2.350	1.78
Sinaloa	10.036	10.864	2.306	2.385	0.27
Sonora	14.864	17.646	2.699	2.871	0.59
Tabasco	7.770	9.187	2.050	2.218	0.58
Tamaulipas	11.251	16.028	2.420	2.774	1.22
Tlaxcala	4.882	7.830	1.586	2.058	1.63
Veracruz	8.717	8.508	2.165	2.141	-0.08
Yucatán	7.687	11.711	2.039	2.461	1.45
Zacatecas	5.521	7.696	1.709	2.041	1.15

*Cálculos propios

Tasa de crecimiento promedio anual está dada por:

$$y_{i,t} = \frac{\log(y_{i,t}) - \log(y_{i,t-1})}{N}$$

N= NÚMERO DE AÑOS (29)

TABLA A3. PIB PER CÁPITA, LOGARITMO DEL PIB PER CÁPITA, Y VARIANZA MUESTRAL PARA TODAS LAS ENTIDADES FEDERATIVAS. AÑOS 1970, 1975, 1988, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999.

Miles de Pesos de 1994

ANO	1970		1975		1980		1985		1988		1993		
	PIB	log de PIB	PIB	log de PIB	PIB	log de PIB	PIB	log de PIB	PIB	log de PIB	PIB	log de PIB	
Total Nacional	10.676	2.368	12.721		16.019		15.032		12.533		14.132		
Aguascalientes	8.460	2.135	10.320	2.334	12.596	2.533	13.134		12.360	2.514	0.1181		
Baja California	15.558	2.745	0.3292		20.485	3.020	0.7205		18.662	2.926	0.5709		
Baja California Sur	14.920	2.703	0.2828		17.425	2.858	0.4722		20.225	3.007	0.6990		
Campeche	9.200	2.197	0.0077		10.379	2.340	0.0285		19.942	4.521	0.5238		
Coahuila	12.860	2.554	0.1469		15.829	2.764	0.3522		18.291	2.908	0.5410		
Columbia	9.203	2.220	0.0027		12.778	2.548	0.1423		15.438	2.737	0.3303		
Chiapas	5.299	1.668	0.2524		6.661	1.896	0.0754		13.332	2.634	0.2149		
Chihuahua	10.849	2.584	0.0454		13.062	2.571	0.1623		15.070	2.713	0.2926		
Distrito Federal	20.643	3.027	0.7336		24.234	3.188	1.0246		30.499	3.418	1.5546		
Durango	7.693	2.040	0.171		8.876	2.195	0.0008		11.535	2.445	0.0754		
Guanajuato	7.638	2.033	0.0190		9.077	2.206	0.0012		10.361	2.338	0.0280		
Guerrero	5.535	1.711	0.2114		7.072	1.956	0.0461		8.465	2.136	0.0012		
Hidalgo	5.760	1.751	0.1764		7.191	1.973	0.0391		10.462	2.348	0.0313		
Jalisco	11.138	2.410	0.0573		13.335	2.590	0.1766		16.083	2.778	0.3683		
México	11.576	2.445	0.0773		13.749	2.621	0.2026		14.276	2.659	0.2378		
Michoacán	5.621	1.727	0.1971		7.295	1.987	0.0338		8.844	2.180	0.0001		
Morelos	9.031	2.201	0.0009		10.494	2.351	0.0324		12.221	2.563	0.1104		
Nayarit	8.109	2.093	0.0061		9.346	2.235	0.0041		11.331	2.428	0.0659		
Nuevo León	17.875	2.883	0.0577		20.502	3.021	0.7219		25.148	3.225	1.1107		
Oaxaca	3.776	1.329	0.7054		4.991	1.508	0.3171		6.354	1.849	0.1035		
Veracruz	6.660	1.896	0.0575		8.032	2.083	0.0076		10.374	2.339	0.0284		
Querétaro	8.432	2.132	0.0015		11.406	2.434	0.0693		13.703	2.618	0.1996		
Quintana Roo	10.714	2.372	0.0403		17.182	2.844	0.4529		19.102	2.950	0.6067		
San Luis Potosí	6.260	1.834	0.1134		7.236	1.979	0.0368		9.304	2.230	0.0035		
Sinaloa	10.036	2.306	0.0183		11.755	2.462	0.0846		12.094	2.492	0.1031		
Sonora	14.864	2.699	0.2783		15.650	2.750	0.3359		17.310	2.851	0.4625		
Tlaxco	7.770	2.050	0.0145		13.548	2.606	0.1895		40.008	3.689	2.3500		
Tlaxcala	11.251	2.420	0.0623		13.015	2.566	0.1562		16.405	2.796	0.3928		
Morelos	4.882	1.586	0.3426		7.267	1.983	0.0351		8.795	2.174	0.0000		
Veracruz	8.717	2.165	0.0000		9.551	2.257	0.0074		11.555	2.447	0.0763		
Yucatán	7.687	2.039	0.0173		11.041	2.402	0.0532		11.431	2.436	0.0705		
Zacatecas	5.521	1.709	0.2137		6.116	1.811	0.1296		7.513	2.017	0.0238		
	2.171	0.1540			2.384	0.1864			2.607	0.3440			
			Prom	Varianza			Prom	Varianza				Prom	Varianza
			Log PIB	Muestral			Log PIB	Muestral				Log PIB	Muestral

Cálculos propios

Notas:

Para calcular la varianza muestral, se aplicó en todos los casos la fórmula $\sigma^2 = (1/N) \sum_{i=1}^N [\log(y_{it}) + \mu_i]^2$

$g = (\log(\text{PIB}_{1970}) - \text{media } \log(\text{PIB}_{1970}))^2$ planteada en los capítulos 4 y 5, la cual se muestra a continuación:

Bb

TABLA A3 (CONTINUACIÓN). PIB PER CÁPITA, LOGRITMO DEL PIB PER CÁPITA, Y VARIANZA MUESTRAL PARA TODAS LAS ENTIDADES FEDERATIVAS. AÑOS 1970, 1975, 1988, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998 Y 1999. Miles de Pesos de 1994

AÑO	1994 log de			1995 log de			1996 log de			1997 log de			1998 log de			1999 log de		
	PIB	PIB	g															
Total Nacional	14.632			13.542			13.703			14.023			14.612			14.752		
Aguascalientes	5.950	2.769	0.3583	5.565	2.745	0.3296	5.915	2.767	0.3557	6.743	2.818	0.4187	17.438	2.859	0.4730	17.532	2.864	0.4805
Baja California	18.645	2.926	0.5696	18.749	2.931	0.5780	18.354	2.910	0.5461	19.666	2.980	0.5546	20.269	3.009	0.7026	20.901	3.040	0.7550
Baja California Sur	18.557	2.921	0.5623	17.770	2.878	0.4993	17.631	2.870	0.4883	18.417	2.913	0.5512	18.987	2.944	0.5973	18.886	2.938	0.5891
Campeche	24.772	3.210	1.0792	26.522	3.278	1.2258	25.105	3.223	1.0701	24.416	3.195	1.0493	22.389	3.109	0.8793	24.333	3.192	1.0423
Coahuila	17.661	2.871	0.4907	19.002	2.945	0.5987	19.022	2.946	0.6002	19.436	2.967	0.6340	20.363	3.014	0.7104	19.929	2.992	0.6745
Colima	14.803	2.695	0.2745	13.311	2.589	0.1745	13.474	2.601	0.1848	13.629	2.612	0.1948	14.579	2.604	0.2588	14.999	2.707	0.2878
Chiapas	6.671	1.898	0.0746	6.179	1.821	0.1224	5.969	1.787	0.1477	6.066	1.803	0.1353	6.288	1.839	0.1104	6.124	1.812	0.1286
Chihuahua	18.558	2.921	0.5626	18.499	2.918	0.5577	18.829	2.935	0.5845	19.225	2.956	0.6168	20.372	3.014	0.7112	20.701	3.030	0.7284
Distrito Federal	37.250	3.618	0.9932	33.573	3.514	1.8032	33.863	3.522	1.8268	35.047	3.557	1.9205	36.786	3.605	2.0570	37.501	3.624	2.1127
Durango	11.988	2.484	0.2920	11.311	2.426	0.0650	11.879	2.475	0.0923	11.913	2.478	0.0941	12.703	2.502	0.1376	12.292	2.509	0.1143
Guajuato	9.911	2.294	0.0151	9.255	2.225	0.0025	9.470	2.249	0.0060	9.429	2.244	0.0053	9.910	2.283	0.0127	9.914	2.294	0.0151
Guerrero	8.564	2.141	0.0009	7.999	2.028	0.0204	7.210	1.975	0.0382	7.251	1.981	0.0360	7.925	2.051	0.0144	8.150	2.098	0.0053
Hidalgo	9.268	2.227	0.0031	7.789	2.053	0.0140	8.105	2.092	0.0061	8.181	2.102	0.0048	8.972	2.183	0.0001	8.649	2.157	0.0002
Jalisco	14.481	2.673	0.2519	12.999	2.564	0.1546	13.413	2.595	0.1809	13.562	2.607	0.1904	14.268	2.658	0.2373	13.262	2.664	0.2434
México	11.892	2.459	0.0030	10.689	2.369	0.0393	10.970	2.395	0.0503	11.219	2.418	0.0609	11.471	2.440	0.0723	11.262	2.421	0.0628
Michoacán	8.050	2.086	0.0073	7.551	2.022	0.0223	7.493	2.014	0.0246	8.060	2.087	0.0071	8.203	2.105	0.0044	8.776	2.172	0.0000
Morelos	13.766	2.622	0.2037	11.617	2.452	0.0793	11.412	2.435	0.0636	11.746	2.464	0.0857	12.502	2.526	0.1266	12.625	2.536	0.1331
Nayarit	9.614	2.263	0.0003	7.789	2.053	0.0140	7.842	2.060	0.0124	8.012	2.081	0.0081	8.557	2.147	0.0006	8.631	2.155	0.0000
Nuevo León	24.801	3.203	1.0649	23.299	3.148	0.9556	23.213	3.145	0.9483	24.983	3.162	1.0214	25.342	3.232	1.1220	25.699	3.246	1.1569
Oaxaca	6.789	1.915	0.0654	6.225	1.829	0.1171	6.173	1.820	0.1230	6.015	1.794	0.1410	6.179	1.821	0.1223	6.443	1.863	0.0948
Puebla	9.327	2.233	0.0039	8.955	2.192	0.0005	9.173	2.216	0.0021	9.736	2.276	0.0110	10.583	2.359	0.0365	11.102	2.407	0.0558
Querétaro	15.908	2.767	0.3551	15.956	2.770	0.3588	16.191	2.794	0.3765	17.021	2.834	0.4403	18.196	2.901	0.5334	17.845	2.882	0.5025
Quintana Roo	25.215	3.227	1.1163	21.686	3.077	0.8205	20.562	3.042	0.7692	21.653	3.075	0.8177	22.925	3.132	0.9382	22.932	3.133	0.9248
San Luis Potosí	10.953	2.294	0.0496	10.191	2.321	0.0237	10.049	2.307	0.0187	10.207	2.333	0.0267	10.579	2.359	0.0354	10.484	2.350	0.0320
Sinaloa	11.947	2.481	0.0999	10.600	2.361	0.0261	10.846	2.384	0.0453	10.610	2.362	0.0265	11.009	2.399	0.0189	10.864	2.385	0.0461
Sonora	17.272	2.849	0.4600	17.258	2.848	0.4589	16.669	2.815	0.4145	17.039	2.835	0.4417	17.708	2.874	0.4944	17.646	2.871	0.4895
Tabasco	9.712	2.273	0.0105	9.202	2.219	0.0034	8.994	2.167	0.0007	9.059	2.201	0.0011	8.980	2.195	0.0006	9.187	2.218	0.0022
Tamaulipas	15.217	2.722	0.3047	14.737	2.690	0.2699	14.664	2.685	0.2647	14.668	2.686	0.2650	15.460	2.738	0.3219	16.026	2.774	0.3642
Tlaxcala	7.633	2.033	0.0191	7.132	1.955	0.0425	7.335	1.993	0.0319	7.592	2.027	0.0207	7.822	2.057	0.0130	7.800	2.058	0.0128
Veracruz	9.115	2.210	0.0015	8.823	2.177	0.0000	8.770	2.171	0.0000	8.647	2.157	0.0002	8.564	2.148	0.0005	8.508	2.141	0.0009
Yucatán	11.486	2.441	0.0730	9.945	2.257	0.0159	10.151	2.318	0.0215	10.561	2.357	0.0347	11.161	2.412	0.0584	11.711	2.461	0.0839
Zacatecas	7.934	2.071	0.0095	7.899	2.067	0.0109	7.739	2.046	0.0155	7.729	2.045	0.0159	8.556	2.147	0.0006	7.696	2.041	0.0189
	2.559	0.3233		2.493	0.2941		2.493	0.2920		2.554	0.3107		2.554	0.3383		2.564	0.3690	
	Prom	Varianza		Prom	Varianza		Prom	Varianza		Prom	Varianza		Prom	Varianza		Prom	Varianza	
	Log PIB	Muestral		Log PIB	Muestral		Log PIB	Muestral		Log PIB	Muestral		Log PIB	Muestral		Log PIB	Muestral	

Cálculos propios

Notas:

Para calcular la varianza muestral, se aplicó en todos los casos la fórmula $g = (\log(PIB_{ESTADO}) - \text{media log}(PIB_{ESTADO}))$ planteada en los capítulos 4 y 5, la cual se muestra a continuación:

$$\sigma^2 = (1/N) \sum_{i=1}^N [(\log(y_i) + \mu_i)]^2$$

b.b

TABLA A4. PRODUCTO INTERNO BRUTO PER CÁPITA
TOTAL NACIONAL
POR ENTIDAD FEDERATIVA
1970-1999
Miles de Pesos de 1994

AÑO	1970	1975	1980	1985	1988	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Tasa crec. promedio anual
Total Nacional	10 676	12 721	16 019	15 032	12 633	14 132	14 632	13 642	13 703	14 023	14 612	14 752	1.12
Aguascalientes	8 460	10 320	12 536	12 360	10 702	15 020	15 950	15 565	15 915	16 743	17 438	17 532	2.51
Baja California	15 558	17 463	20 485	18 662	16 189	17 492	18 645	18 749	18 354	19 686	20 269	20 901	1.02
Baja California	14 920	17 433	20 225	16 946	15 665	18 370	18 557	17 770	17 631	18 417	18 967	18 886	0.81
Campeche	9 000	10 379	12 134	91 942	43 076	24 713	24 772	26 523	25 105	24 416	22 389	24 333	3.43
Coahuila	12 860	15 869	18 291	17 330	15 674	17 191	17 661	19 003	19 022	19 436	20 363	19 929	1.51
Colima	9 203	12 778	14 547	15 438	12 642	14 526	14 803	13 311	13 474	13 629	14 579	14 990	1.68
Chiapas	5 299	6 664	13 632	9 921	6 518	6 736	6 671	6 179	5 969	6 068	6 288	6 124	0.50
Chihuahua	10 549	13 082	15 070	14 718	13 660	18 630	18 558	18 499	18 829	19 225	20 372	20 701	2.23
Distrito Federal	20 643	24 234	33 499	27 233	25 238	35 430	37 250	33 573	33 668	35 047	36 786	37 501	2.06
Durango	7 693	8 976	11 535	13 002	9 892	11 401	11 988	11 311	11 879	11 913	12 703	12 292	1.62
Guanajuato	2 638	9 077	10 361	10 183	8 669	9 770	9 911	9 255	9 470	9 429	9 810	9 914	0.90
Guerrero	5 535	7 072	8 465	8 187	7 407	8 283	8 504	7 599	7 210	7 251	7 775	8 151	1.33
Hidalgo	5 767	7 191	10 462	9 951	9 259	9 321	9 268	7 789	8 105	8 181	8 872	8 649	1.40
Jalisco	11 138	13 335	16 053	15 329	13 113	14 004	14 481	12 989	13 413	13 562	14 268	14 357	0.88
México	15 576	13 749	15 464	14 276	12 078	11 588	11 692	10 689	10 970	11 219	11 471	11 262	-0.09
Michoacán	5 621	7 295	8 844	8 012	7 278	7 661	8 050	7 551	7 493	8 060	8 203	8 776	1.54
Morelos	9 031	10 494	12 221	12 377	11 047	13 955	13 766	11 617	11 412	11 746	12 502	12 625	1.16
Nayarit	8 109	9 346	11 331	11 385	8 939	9 264	9 614	7 789	7 842	8 012	8 557	8 631	0.22
Nuevo León	17 875	20 502	25 148	23 708	21 032	23 262	24 601	23 299	23 213	24 093	25 342	25 699	1.25
Oaxaca	3 776	4 991	6 354	7 342	5 890	6 401	6 788	6 225	6 173	6 015	6 179	6 443	1.84
Puebla	6 660	8 032	10 374	9 745	7 744	6 918	9 327	8 955	9 173	9 736	10 583	11 102	1.76
Querétaro	8 432	11 496	13 703	15 732	13 221	14 882	15 908	15 956	16 191	17 021	18 196	17 845	2.58
Quintana Roo	10 714	17 182	19 102	16 923	16 988	25 751	25 215	21 686	20 952	21 653	22 925	22 932	2.62
San Luis Potosí	6 260	7 236	9 304	10 094	9 443	10 283	10 953	10 191	10 049	10 307	10 579	10 484	1.78
Sinaloa	10 036	11 725	13 084	12 188	10 411	12 142	11 947	10 600	10 846	10 610	11 009	10 864	0.27
Sonora	14 864	15 650	17 310	17 185	15 463	16 647	17 272	17 258	16 689	17 039	17 708	17 646	0.59
Tlaxaco	7 770	13 548	40 008	23 949	13 080	9 661	6 712	9 202	8 994	9 059	8 580	9 187	0.58
Tamaulipas	11 251	13 015	16 405	14 818	12 411	14 329	15 217	14 737	14 664	14 668	15 460	16 028	1.22
Tlaxcala	4 882	7 267	8 795	10 912	7 886	7 499	7 633	7 132	7 335	7 592	7 822	7 830	1.63
Veracruz	8 717	9 551	11 555	10 887	9 269	8 653	9 115	8 823	8 770	8 647	8 564	8 508	-0.08
Yucatán	7 687	11 041	11 431	10 248	8 871	11 136	11 486	9 945	10 151	10 561	11 161	11 711	1.45
Zacatecas	5 521	6 116	7 513	8 583	8 129	7 661	7 934	7 899	7 739	7 729	8 556	7 696	1.15

* Cálculos propios

100

**TABLA A5. PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL NACIONAL
POR ENTIDAD FEDERATIVA
1970-1999
Miles de Pesos de 1994**

AÑO	1970	1975	1980	1985	1988	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total Nacional	514,848,556	722,251,873	1,070,840,406	1,107,806,888	987,110,467	1,235,596,387	1,306,301,570	1,243,588,110	1,264,014,252	1,313,035,537	1,386,687,758	1,418,901,840
Aguascalientes	2,860,783	4 324,911	6 542,620	7 557,141	7 215,865	12 022,126	13 253 893	13 428,180	13 980,750	14 975 886	15,882,088	16,250,120
Baja California	13,542,443	17 682 486	24 128 706	26 101 806	25 102 048	34 529 814	38 071 175	39 600,814	40 504 502	44 391 075	47 223 412	50 314 957
Baja California Sur	1 910 034	2 893 473	4 351 255	4 430 765	4 604 149	6 602 961	6 817 704	6 672 430	6 785,356	7 260 176	7 669 069	7 816 002
Campeche	2 263,850	2 375,784	5 103,130	43 818,986	21 568,658	14 649 360	15 286 586	17 041 824	16 365,440	16 147 792	15 022 924	16 565,113
Coahuila	14 338 696	20 910 740	28 483 192	30 372 486	29 498 406	35 821 479	37 587 800	41 309 178	41 811 521	43 199 465	45 765 957	45 290 638
Colima	2 219 334	3 692 707	5 037 631	5 947 075	5 273 321	8 601 030	7 075 973	6 465 218	6 716 651	6 939 606	7 582 433	7 965 284
Chiapas	8 314 360	12 047 668	20 044 192	25 892 075	19 195 300	22 082 445	23 576 105	22 148 980	21 783 735	22 547 800	23 787 340	23 585 341
Chihuahua	17 493 578	23 525 692	30 221 704	32 565 588	32 068 883	48 375 248	49 993 783	51 676 553	53 542 541	55 648 226	60 024 587	62 086 362
Distrito Federal	141 905 592	188 816 458	269 338 533	232 244 841	210 772 690	295 719 471	313 554 681	285 000 472	268 291 554	299 140 216	314 834 469	321 826 847
Durango	7 224 915	9 458 379	13 636 051	16 425 501	12 999 580	16 039 986	17 013 687	16 194 527	17 047 586	17 136 214	18 318 767	17 765 572
Guanajuato	17 340 377	25 113 279	31 146 661	35 234 569	32 600 056	41 504 900	42 890 300	43 783 430	42 206 379	42 500 745	44 721 568	45 707 509
Guerrero	8 841 526	12 981 824	17 856 191	19 245 808	18 586 984	23 130 756	24 269 158	22 181 549	21 257 440	21 612 536	23 427 365	24 826 926
Hidalgo	6 876 214	9 774 445	15 185 377	17 000 929	16 602 338	18 639 054	19 049 267	16 453 150	17 176 776	17 676 437	19 389 566	19 116 860
Jalisco	36 715 844	50 826 317	70 312 595	73 807 464	66 922 875	81 097 036	85 292 696	77 817 319	81 225 773	83 016 448	88 283 263	89 795 884
México	44 374 821	74 033 704	117 123 067	123 010 978	112 531 521	127 817 621	132 864 611	125 143 318	131 353 523	137 370 272	143 649 362	144 226 920
Michoacán	13 064 877	18 836 562	25 371 225	25 562 128	24 790 618	28 896 347	30 759 643	29 225 154	29 171 034	31 664 499	32 315 428	34 774 945
Morelos	5 563 821	8 016 502	11 574 142	13 167 964	12 602 279	18 387 027	18 679 364	15 758 901	16 713 542	17 463 382	18 868 043	19 342 826
Nayarit	4 411 550	5 874 006	8 228 024	8 859 818	7 186 190	8 152 313	8 535 891	6 564 281	7 068 776	7 259 182	7 792 896	7 931 380
Nuevo León	30 292 980	42 309 963	63 198 706	66 159 375	62 497 975	79 230 269	85 545 115	82 713 796	83 886 281	88 171 680	94 219 953	97 028 805
Oaxaca	7 266 889	10 906 757	15 053 492	16 638 573	16 913 337	20 574 728	21 869 407	20 100 491	20 185 131	20 917 345	22 170 067	21 879 075
Puebla	16 704 858	21 274 235	34 728 290	36 219 377	30 644 390	39 936 928	42 444 679	41 411 791	43 217 796	46 733 850	51 576 677	55 219 044
Querétaro	4 094 138	6 035 017	10 134 933	11 871 830	12 954 610	17 355 108	19 209 866	19 952 642	20 393 954	22 294 812	24 393 951	24 485 056
Quintana Roo	544 471	2 425 081	4 316 855	5 853 224	7 117 755	15 891 115	18 608 833	15 256 993	15 357 345	16 822 358	18 383 396	19 208 213
San Luis Potosí	8 025 340	10 595 893	15 573 558	18 483 449	18 248 426	21 854 889	23 688 382	22 427 275	22 310 843	23 083 578	23 903 313	23 908 329
Sinaloa	12 710 726	17 947 212	22 354 585	24 810 967	22 155 975	28 765 080	29 640 405	25 712 234	26 544 979	28 202 619	27 431 186	27 315 075
Sonora	16 331 473	23 182 743	35 202 568	28 552 217	27 168 254	32 246 055	34 715 977	35 892 148	35 232 818	36 414 027	38 310 248	38 646 067
Tlaxasco	5 969 086	12 243 322	42 527 321	30 132 386	18 330 971	15 893 044	16 472 843	16 091 460	15 976 856	16 348 459	16 462 754	17 109 534
Tamaulipas	16 390 459	21 702 639	31 571 546	33 832 724	27 782 531	34 515 434	37 545 331	37 246 326	37 699 424	38 362 127	41 131 187	43 379 516
Tlaxcala	2 053 817	3 516 268	4 895 353	7 101 088	6 839 056	6 267 897	6 561 225	6 304 224	6 594 968	6 843 799	7 276 882	7 409 960
Veracruz	33 258 831	43 204 378	62 253 640	63 064 415	56 023 498	56 364 553	60 198 817	59 445 615	59 348 648	58 846 246	58 574 467	58 483 877
Yucatán	5 829 184	9 918 529	12 159 881	12 333 919	11 565 650	16 078 581	17 218 056	15 480 862	16 301 972	16 860 448	18 045 387	19 175 015
Zacatecas	5 262 969	5 360 387	8 540 851	10 333 828	10 197 383	10 384 396	10 532 473	10 356 434	10 368 881	10 381 972	11 522 274	10 390 862
aguas termales	116 929	52 722	3 637 510									

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1993. México, 1996.

* Banco de México

† Cálculos propios en la transformación de pesos corrientes a precios constantes, con datos (Índice de Precios y PIB en precios corrientes) de las fuentes señaladas

101

TABLE A6. PRODUCTO INTERNO BRUTO

TOTAL NACIONAL
POR ENTIDAD FEDERATIVA
AÑO 1970-1999

Miles de nuevos pesos

AÑO	1970	1975	1980	1985	1988	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total Nacional	444,271	1,100,050	4,276,490	47,391,700	790,451,399	1,155,132,188	1,306,301,570	1,678,814,829	2,296,674,526	2,873,172,992	3,517,761,861	4,196,502,667
Aguascalientes	2,469	6,567	26,129	323,273	2,854,161	11,279,224	13,253,893	18,127,944	25,362,455	32,771,144	40,790,052	48,007,499
Baja California	11,686	26,932	96,360	1,158,619	9,929,109	32,280,985	38,071,715	51,460,809	72,642,405	97,176,556	119,707,453	148,810,890
Baja California Sur	1,648	4,437	17,377	189,517	1,821,170	6,172,265	6,917,791	9,007,813	12,405,575	15,887,211	19,765,074	23,116,481
Campeche	1,954	5,147	20,380	1,864,059	16,687,697	57,653,879	57,286,286	21,000,668	29,640,518	25,225,688	38,110,562	48,992,946
Coahuila	12,373	31,849	113,750	1,298,227	11,664,132	31,488,722	37,587,800	55,787,088	75,850,211	94,531,965	116,103,149	131,960,269
Colima	1,915	5,624	20,118	254,414	2,085,861	6,538,135	7,075,973	8,789,847	12,184,665	15,185,715	19,235,291	23,551,916
Chiapas	7,175	18,150	115,990	1,099,101	7,592,656	22,644,390	23,575,105	29,500,839	39,537,837	49,430,617	60,344,729	69,755,124
Chihuahua	15,096	38,812	120,691	1,143,319	12,488,878	45,275,902	49,981,781	69,762,967	97,131,434	121,771,203	152,471,771	181,624,901
Distrito Federal	122,451	287,561	1,075,626	9,935,376	61,371,073	276,461,702	311,554,881	381,748,517	522,989,227	654,596,016	798,679,477	931,811,570
Durango	6,235	14,306	54,465	702,530	5,141,981	14,993,141	17,013,687	21,862,493	30,925,798	37,498,628	46,446,479	52,427,317
Guanajuato	14,963	36,117	124,387	1,507,126	12,894,944	38,802,028	42,883,303	55,657,331	76,565,978	93,002,908	111,400,564	135,183,195
Sucre	7,630	19,772	71,110	873,451	7,352,077	21,624,641	24,769,156	29,517,928	38,363,087	47,294,010	58,431,067	73,427,293
Hidalgo	5,934	14,887	64,654	727,681	6,446,161	17,425,426	18,074,297	22,211,632	31,414,135	38,685,150	49,188,969	56,535,467
Jalisco	31,683	77,108	280,803	3,107,465	26,463,416	75,815,855	85,297,466	105,632,810	147,361,540	181,662,196	223,959,091	265,577,686
México	38,293	112,760	437,741	5,262,373	44,511,815	119,493,314	132,884,611	165,463,562	228,286,267	300,682,882	364,113,051	436,364,311
Michoacán	11,274	28,690	101,322	1,093,594	8,790,101	27,014,566	30,759,641	39,453,744	52,619,125	68,071,547	81,978,511	102,649,862
Morélos	4,820	12,210	46,222	542,322	4,984,828	17,189,612	18,978,264	24,824,393	30,230,009	38,214,551	47,984,492	57,008,074
Nayarit	3,807	8,947	31,859	378,871	2,842,496	7,621,420	8,539,891	9,478,729	12,614,454	15,885,013	19,701,184	24,568,911
Nuevo León	26,140	64,442	252,289	2,830,282	24,771,058	74,070,652	85,545,115	111,563,078	151,815,143	192,932,221	239,019,774	286,969,565
Oaxaca	6,567	16,612	60,117	640,404	4,690,904	19,234,866	21,863,467	27,125,322	36,561,721	43,589,479	52,563,149	64,088,914
Puebla	14,415	35,449	138,690	1,596,456	12,121,622	37,316,186	42,444,979	56,905,614	73,127,546	91,297,540	111,297,540	138,110,074
Querétaro	3,513	10,410	40,475	593,413	5,124,193	16,224,911	19,209,866	26,935,520	37,291,738	48,787,312	61,881,145	74,626,287
Quintana Roo	1,851	3,694	17,240	241,715	2,015,426	14,846,909	16,608,813	20,596,828	27,912,297	36,374,145	46,635,212	56,869,630
San Luis Potosí	6,925	16,144	62,194	740,717	7,218,160	20,451,660	23,688,392	30,276,657	40,473,700	50,511,417	60,318,482	70,675,085
Sinaloa	10,948	27,335	99,275	1,027,811	8,763,790	26,891,848	28,640,435	34,711,827	46,155,203	57,238,140	69,980,077	80,766,256
Sonora	14,097	30,740	104,842	1,271,457	10,746,400	32,146,173	34,715,977	46,589,136	61,915,797	79,641,631	97,286,711	114,796,400
Tabasco	5,352	18,498	69,816	739,016	7,356,811	19,834,861	16,472,843	21,723,513	28,983,288	37,776,752	41,363,009	50,602,859
Tamaulipas	14,144	33,192	126,084	1,319,415	10,794,309	32,247,729	33,845,311	50,282,262	68,964,443	87,946,796	104,162,556	126,279,914
Tlaxcala	1,372	5,336	19,150	203,868	2,220,511	8,589,721	6,564,225	8,310,629	11,964,921	15,194,889	18,460,417	21,915,414
Veracruz	26,780	65,956	248,415	2,667,965	22,183,413	52,643,995	60,386,817	80,255,414	107,024,417	128,774,208	158,993,438	172,988,264
Yucatán	5,030	15,104	48,562	527,899	4,551,061	15,029,496	17,218,056	20,898,510	29,029,150	36,894,171	45,777,958	56,711,465
Zacatecas	4,531	9,687	34,109	442,292	4,009,839	9,689,448	10,532,471	14,251,109	18,810,569	22,716,531	29,229,974	30,711,710
aguas termales	101	80	14,527									

FUENTES:

INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1993. México, 1996.

INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1993-1999. México, 2000.

102

TABLE A7. MEXICO. POBLACION TOTAL Y POR ENTIDADES FEDERATIVAS, 1970-2000

Año	TOTAL	Aguascalientes	Baja California Sur	Baja California	Campeche	Coahuila	Colima	Chiapas	Chihuahua	Distrito Federal	Durango	Guanajuato	Guerrero	Hidalgo	Jalisco	México	Michoacán
1970	48 255 719	338 142	870 421	1 700 019	351 556	1 114 056	241 153	1 050 065	1 612 225	6 674 165	930 300	2 270 310	1 507 330	1 103 845	3 230 566	3 833 186	2 424 271
1975	56 771 676	413 650	1 017 565	1 665 557	326 258	1 317 661	286 990	1 846 569	1 728 300	7 791 424	1 053 716	2 612 567	1 805 661	1 256 216	3 205 402	4 304 747	2 947 240
1980	66 846 311	510 476	1 177 899	2 153 136	420 613	1 567 265	346 203	2 084 177	2 025 477	8 831 079	1 182 330	3 036 110	2 119 513	1 477 403	4 311 648	5 264 336	3 780 674
1985	77 600 278	611 817	1 326 617	2 513 390	474 419	1 752 557	362 214	2 380 073	2 219 644	9 520 218	1 263 020	3 493 074	2 293 227	1 703 494	4 819 649	6 016 647	4 316 349
1990	101 810 281	674 330	1 526 251	2 920 959	503 617	1 881 206	410 636	2 843 871	2 347 500	10 261 516	1 314 117	3 764 729	2 590 254	1 814 628	5 111 911	6 317 336	3 400 334
1993	111 433 050	803 416	1 941 054	3 300 452	507 300	2 063 662	428 211	3 485 264	2 506 679	11 346 834	1 430 655	4 248 911	2 722 603	1 956 647	5 740 826	7 012 004	4 711 842
1994	89 276 262	830 384	2 041 000	3 073 365	617 182	2 128 252	478 017	3 534 689	2 693 316	8 417 514	1 415 247	4 336 263	2 923 943	2 056 766	5 881 149	7 183 919	3 420 949
1995	91 148 250	862 170	2 112 149	3 254 434	642 116	2 173 775	488 076	3 584 396	2 723 537	8 689 037	1 431 748	4 496 546	2 953 567	2 112 479	5 961 178	7 117 949	3 670 444
1996	92 300 529	878 449	2 182 289	3 304 737	651 814	2 168 064	486 450	3 649 616	2 843 585	8 521 221	1 436 115	4 456 737	2 946 477	2 125 542	6 025 076	7 139 137	3 803 848
1997	93 031 530	864 486	2 254 912	3 247 206	661 588	2 222 692	500 175	3 715 623	2 844 030	8 435 310	1 439 489	4 502 416	2 940 327	2 100 865	6 111 317	7 244 848	3 916 225
1998	94 943 336	1 010 712	2 329 877	3 031 511	671 021	2 247 521	520 040	3 762 625	2 840 388	8 558 506	1 441 872	4 558 702	3 013 362	2 105 506	6 181 264	7 252 453	3 988 231
1999	96 164 216	1 077 377	2 407 334	3 143 854	660 774	2 272 656	531 239	3 851 240	2 909 175	8 581 866	1 445 292	4 610 572	3 046 319	2 110 436	6 254 407	7 286 301	3 962 304
2000	97 483 472	1 144 395	2 497 267	3 243 811	650 499	2 296 070	542 527	3 920 630	3 052 227	8 526 222	1 445 061	4 661 032	3 079 649	2 120 261	6 327 302	7 316 686	3 925 607

Año	Morales	Nayarit	Nuevo León	Oaxaca	Puebla	Queretaro	Quintana Roo	San Luis Potosí	Sinaloa	Sonora	Tlaxcala	Tamaulipas	Tlaxcala	Veracruz	Yucatán	Zacatecas	TOTAL NACIONAL
1970	576 119	544 031	1 694 669	2 015 424	1 598 226	485 579	88 150	1 261 996	1 164 528	1 056 720	769 577	1 456 996	453 638	819 422	774 399	951 682	48 255 719
1975	701 654	628 816	2 063 623	2 185 103	2 807 715	569 248	141 142	1 464 891	1 508 661	1 282 838	903 715	1 614 425	483 686	853 303	806 158	1 240 024	56 771 676
1980	847 189	725 120	2 513 244	2 865 019	3 347 465	735 626	226 245	1 673 693	1 840 870	1 513 731	1 362 961	1 924 464	556 597	5 347 560	1 003 735	1 133 630	66 846 311
1985	1 063 814	773 015	2 760 599	2 874 616	3 716 596	881 729	103 876	1 831 153	2 019 216	1 661 461	1 283 446	2 062 993	606 541	5 752 733	1 201 018	1 201 509	77 600 278
1990	1 140 448	1493 029	3 071 562	2 878 542	3 951 134	879 850	421 517	1 532 514	1 226 171	1 756 390	1 421 456	2 120 420	715 062	6 320 242	1 259 024	1 247 118	101 810 281
1993	1 317 882	876 662	3 489 267	3 214 300	4 148 000	1 166 143	616 722	2 125 300	2 359 129	1 931 207	1 545 237	2 426 818	826 813	6 514 236	1 441 018	1 314 433	161 433 060
1994	1 378 704	888 204	3 447 273	3 221 629	4 550 824	1 257 577	568 700	2 162 732	2 307 233	2 000 640	1 558 105	2 467 361	861 512	6 524 141	1 425 685	1 321 424	180 276 262
1995	1 442 472	896 702	3 550 114	3 228 866	4 624 335	1 250 476	703 236	2 200 763	2 425 675	2 065 530	1 748 159	2 527 319	861 974	6 731 124	1 509 622	1 336 490	191 286 241
1996	1 414 317	961 630	3 565 184	3 262 818	4 711 454	1 259 831	738 826	2 220 138	2 447 512	2 111 164	1 776 488	2 570 913	895 136	6 771 110	1 576 420	1 334 901	192 786 769
1997	1 486 102	1 046 022	3 661 169	3 311 261	4 820 245	1 305 879	767 698	2 239 384	2 469 548	2 137 147	1 804 647	2 616 372	914 909	6 806 367	1 576 640	1 341 339	193 123 750
1998	1 462 234	1 070 719	3 717 801	3 263 228	4 860 917	1 340 626	801 816	2 256 402	2 493 778	2 163 439	1 833 262	2 660 537	930 361	6 825 746	1 610 813	1 334 136	194 421 490
1999	1 500 637	1 154 442	3 775 873	3 285 717	4 982 814	1 377 096	827 232	2 279 293	2 514 216	2 180 036	1 862 310	2 708 483	946 266	6 874 246	1 620 076	1 340 110	195 166 216
2000	1 529 268	1 202 195	3 834 141	3 439 763	5 076 836	1 404 306	844 293	2 299 302	2 536 844	2 216 569	1 901 829	2 753 222	962 846	6 938 979	1 650 211	1 350 610	197 481 411

FUENTES INEGI y CONAPO, Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1970, 1980, 1990 y 2000

Censo Nacional de Población 1993

Conde de Población y Vivienda 1995

* Cálculos propios a partir de los datos proporcionados por los censos de población.

Para ello, se realizaron interpolaciones para los años comprendidos entre los censos: 1970-1980, 1980-1990, 1990-1992, 1992-1995 y 1995-2000.

Estas interpolaciones requieren el cálculo de las tasas de crecimiento promedio anual de los períodos mencionados.

Para determinar estas tasas de crecimiento promedio anuales para cada período, se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{Tasa de crecimiento anual} = \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}}$$

En donde:
 P_1 = Población del año final
 P_0 = Población del año inicial
 n = número de años

103

TABLA A8. MÉXICO. ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR. PROMEDIO PERIODO 1970-2000

año base: 1994

AÑO	ÍNDICE	AÑO	ÍNDICE
1970	0.0863	1986	7.9670
1971	0.0910	1987	18.4696
1972	0.0955	1988	39.5550
1973	0.1071	1989	47.4691
1974	0.1325	1990	60.1204
1975	0.1523	1991	73.7451
1976	0.1764	1992	85.1814
1977	0.2277	1993	93.4878
1978	0.2674	1994	100.0000
1979	0.3161	1995	134.9993
1980	0.3994	1996	181.4098
1981	0.5109	1997	218.8268
1982	0.8119	1998	253.6823
1983	1.6391	1999	295.7571
1984	2.7119	2000	323.8291
1985	4.2780		

FUENTE: Banco de México

*Cálculos propios a partir de las cifras mensuales

TABLA A9.

**ENTIDADES ORDENADAS DESCENDENTEMENTE
DE ACUERDO A SU PIB PER CÁPITA INICIAL**
Miles de pesos de 1994

**ENTIDADES ORDENADAS DESCENDENTEMENTE
DE ACUERDO A LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL
DEL PIB PER CÁPITA, PERIODO 1970-1999**

	PIB per cápita de 1970		Tasa de crecimiento promedio anual
Distrito Federal	20.643	Campeche	3.43
Nuevo León	17.875	Quintana Roo	2.62
Baja California	15.558	Querétaro	2.58
Baja California Sur	14.920	Aguascalientes	2.51
Sonora	14.864	Chihuahua	2.23
Coahuila	12.860	Distrito Federal	2.06
México	11.576	Oaxaca	1.84
Tamaulipas	11.251	San Luis Potosí	1.78
Jalisco	11.138	Puebla	1.76
Chihuahua	10.849	Colima	1.68
Quintana Roo	10.714	Tlaxcala	1.63
Sinaloa	10.036	Durango	1.62
Colima	9.203	Michoacán	1.54
Morelos	9.031	Coahuila	1.51
Campeche	9.000	Yucatán	1.45
Veracruz	8.717	Hidalgo	1.40
Aguascalientes	8.460	Guerrero	1.33
Querétaro	8.432	Nuevo León	1.25
Nayarit	8.109	Tamaulipas	1.22
Tabasco	7.770	Morelos	1.16
Durango	7.693	Zacatecas	1.15
Yucatán	7.687	Baja California	1.02
Guanajuato	7.638	Guanajuato	0.90
Puebla	6.660	Jalisco	0.88
San Luis Potosí	6.260	Baja California Sur	0.81
Hidalgo	5.760	Sonora	0.59
Michoacán	5.621	Tabasco	0.58
Guerrero	5.535	Chiapas	0.50
Zacatecas	5.521	Sinaloa	0.27
Chiapas	5.299	Nayarit	0.22
Tlaxcala	4.882	Veracruz	-0.08
Oaxaca	3.776	México	-0.09

*Cálculos propios